

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA.

**Tesis previa a la obtención del Título de:
INGENIERO AGROPECUARIO**

TEMA:

ESTUDIO FENOLÓGICO DE DOS VARIEDADES DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.), EN BASE A LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE ACUMULACIÓN DE UNIDADES TÉRMICAS REQUERIDAS PARA COMPLETAR LOS DIFERENTES ESTADOS, EN DOS LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA.

**AUTORA:
JENNY LUCIA FLORES PUMA**

**DIRECTOR:
ING. FREDDY VICENTE CUARÁN SARZOSA**

Quito, Junio del 2013

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

JENNY LUCIA FLORES PUMA

DECLARO QUE:

La Tesis de grado denominado **ESTUDIO FENOLÓGICO DE DOS VARIEDADES DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.), EN BASE A LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE ACUMULACIÓN DE UNIDADES TÉRMICAS REQUERIDAS PARA COMPLETAR LOS DIFERENTES ESTADOS, EN DOS LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE PICHINCHA,** ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en los párrafos correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la Tesis de grado en mención.

Cayambe, 14 de Junio del 2013.

Jenny Lucia Flores Puma

CI: 172183949-4

.....

Firma.

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la sabiduría para poder dar este gran pasó en mi vida y no dejarme decaer en ningún momento.

A mis padres por su infinito amor y por ser ese pilar fundamental en mi vida estudiantil; y,

A mi gordo hermoso Joshue Alejandro que es mi razón de ser y quien le dio sentido a mi vida.

Son lo más maravilloso que tengo.

Jenny's

AGRADECIMIENTO.

A mis Padres, José Luis Flores y Rosa María Puma, que me brindaron su apoyo incondicional y estuvieron conmigo en cada por mas difícil que este haya sido, a mis hermanas Miriam y Viviana, que me brindaron sus palabras de aliento para que día a día continuara en la lucha y no me dejara vencer, en especial a mi hermano Orlando quien fue el que me impulso para que siguiera esta carrera, a mis adorados sobrinos Dillan, David, Daniela y Naomy por haberme brindado sus sonrisas y contagiado su ánimo de vivir y luchar cada día y a mi cuñada Mónica quien ha sido un apoyo incondicional.

A la Universidad Politécnica Salesiana, carrera de Ingeniería Agropecuaria, por abrirme sus puertas y permitirme formarme como profesional en sus instalaciones.

A todos mis maestros por haberme compartido sus conocimientos y haberme formado primero como persona y luego como profesional, en especial a la Dra. Nancy Bonifaz quien me brindo su apoyo, al Ing. Freddy Cuarán Director de la investigación por sus conocimientos y tiempo para culminar con éxito este trabajo, al Ing. Janss Beltrán, miembro de tesis por su valiosa ayuda, tiempo y enseñanzas ya que a mas de ser mis maestros se convirtieron en mis amigos.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias por haberme permitido realizar mi trabajo de Tesis, en especial agradecimientos para el Dr. Wilson Vásquez Líder del Programa Nacional de Fruticultura y para los investigadores Ing. Pablo Viteri e Ing. William Viera, por su tiempo, enseñanzas y comprensión.

A mis amigos y amigas con los cuales compartir no solo un aula si no que viví momentos inolvidables y a los cuales voy a llevar en el corazón porque siempre me brindaron su apoyo incondicional: Aurora, Francisco, Javier, Janeth, Mabish, Gato, Deysi, José, Milton y en especial a mi prima y amiga Gaby.

Y como no agradecer a aquellos amigos que a pesar de la distancia siempre me brindaron su cariño y apoyo incondicional: Gaby's y Ligia y un especial agradecimiento a mi querida Gladys Macas y Viviana Tamba ya que sin ustedes no hubiera podido culminar mi trabajo de campo.

Jenny's.

ÍNDICE GENERAL

1.	INTRODUCCIÓN.....	12
2.	OBJETIVOS.....	14
2.1.	General.....	14
2.2.	Específicos.....	14
3.	MARCO TEÓRICO	15
3.1.	El aguacate.....	15
3.1.1.	Origen.....	15
3.2.	Cultivo en el Ecuador.....	15
3.2.1.	Producción y exportación de aguacate.....	17
3.3.	Clasificación Taxonómica.....	17
3.4.	Descripción Botánica.....	17
3.4.1.	Raíz.....	17
3.4.2.	Tallo.....	18
3.4.3.	Ramas.....	18
3.4.4.	Hojas.....	18
3.4.5.	Flores.....	18
3.4.6.	Fruto.....	19
3.5.	Clasificación y Variedades.....	19
3.5.1.	Clasificación Ecológica.....	19
3.5.1.1.	Raza Mexicana.....	19
3.5.1.2.	Raza Guatemalteca.....	19
3.5.1.3.	Raza Antillana.....	19
3.5.2.	Variedades de Aguacate.....	20
3.5.3.	Variedades.....	20
3.5.3.1.	Variedad Hass.....	21
3.5.3.2.	Variedad Fuerte.....	21
3.6.	Antecedentes productivos.....	21
3.7.	Requerimientos Agroclimáticos.....	21
3.7.1.	Clima.....	21
3.7.2.	Temperatura.....	21
3.7.2.1.	Temperaturas Bajas.....	22
3.7.2.2.	Temperatura Floración.....	22
3.7.3.	Precipitación.....	23
3.7.4.	Humedad relativa.....	23
3.7.5.	Viento.....	24
3.8.	Aspectos Agronómicos del Cultivo.....	24
3.8.1.	Suelos.....	24
3.8.2.	Requerimientos de Fertilizantes.....	24
3.8.3.	Requerimientos hídricos.....	24
3.8.4.	Podas.....	25
3.8.5.	Propagación.....	26
3.9.	Insectos Plagas y Enfermedades.....	26
3.9.1.	Enfermedades.....	26
3.9.2.	Insectos Plaga.....	27
3.10.	Información Nutricional.....	29
3.11.	Fenología del Cultivo de Aguacate.....	30
3.11.1.	Fenología.....	30
3.11.2.	Etapa fenológica.....	31
3.11.3.	Ciclo fenológico del aguacate.....	31
3.11.3.1.	Sistema radical.....	31
3.11.3.2.	Crecimiento vegetativo.....	31
3.11.3.3.	Crecimiento reproductivo.....	32
3.11.4.	Estados fenológicos del aguacate.....	32
3.11.4.1.	Estado A (Yema en Latencia).....	32

3.11.4.2.Estado B (Yema hinchada).....	33
3.11.4.3.Estado C (Aparece la inflorescencia).....	33
3.11.4.4.Estados D1 (Botones florales. Eje secundario visible).....	33
3.11.4.5.Estado D2 (Botones Florales. Eje terciario visible).....	34
3.11.4.6.Estado E (Botón amarillo).....	34
3.11.4.7.Estado F (Floración).....	35
3.11.4.8.Estado G (Marchitez de tépalos).....	40
3.11.4.9.Estado H (Cuajado).....	40
3.11.4.10.Estado I (Fruto tierno).....	41
3.12. Unidades Calor.....	41
3.13. Requerimientos térmicos de las plantas.....	42
3.13.1. Constante Térmica.....	42
3.14. Unidades Térmicas.....	42
3.15. Efecto de la Temperatura en la Floración.....	42
3.16. Cálculo de Unidades Térmicas.....	43
3.16.1. Método Residual.....	43
4. UBICACIÓN.....	44
5. Materiales y métodos.....	45
5.1. Materiales.....	45
5.1.1. Materiales de Campo.....	45
5.1.2. Materiales de Oficina.....	46
5.2. Métodos.....	46
5.2.1. Diseño Experimental.....	46
5.2.2. Tipo de Diseño Experimental.....	46
5.2.3. Factores en estudio.....	46
5.2.4. Tratamientos.....	46
5.2.5. Unidad Experimental y Parcela Neta.....	47
5.2.6. Análisis Estadístico.....	47
5.2.7. Variables y Métodos de Evaluación.....	47
5.2.7.1. Inicio de Floración (días, Unidades Calor).....	47
5.2.7.2. Plena Floración (días, Unidades Calor).....	48
5.2.7.3. Flores por inflorescencia (Número).....	48
5.2.7.4. Inicio de cuajado de frutos (días, Unidades Calor).....	49
5.2.7.5. Fruto cuajados por inflorescencia (%).....	49
5.2.7.6. Inicio de cosecha (días, Unidades Calor).....	49
5.2.7.7. Duración de la Cosecha (días, Unidades calor).....	50
5.2.7.8. Número y porcentaje de frutos cosechados.....	50
5.2.7.9. Peso del fruto (g).....	50
5.2.7.10. Diámetro y longitud del fruto.....	51
5.2.7.11. Prueba de significancia.....	51
5.3. Croquis del experimento.....	51
6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.....	52
6.1. Selección de árboles y brotes.....	52
6.2. Marcación de árboles y brotes.....	52
6.3. Manejo Agronómico.....	53
6.4. Registro de datos.....	53
6.5. Determinación de Unidades Calor.....	54
7. RESULTADOS.....	55
7.1. Inicio Floración.....	55
7.2. Plena floración.....	58
7.3. Flores por Inflorescencia.....	62
7.4. Inicio de Cuajado de Frutos.....	63
7.5. Frutos Cuajados por Inflorescencia.....	65
7.6. Inicio de Cosecha.....	66
7.7. Duración de Cosecha.....	70

7.8.	Número y Porcentaje de Frutos Cosechados.....	73
7.9.	Peso del Fruto.....	76
7.10.	Diámetro y Longitud del fruto.	78
7.11.	Inicio de Floración.	80
7.12.	Plena Floración.	84
7.13.	Inicio de cuajado de frutos.	85
7.14.	Inicio de Cosecha.	86
8.	CONCLUSIONES.....	96
9.	RECOMENDACIONES.....	97
10.	RESUMEN.....	98
11.	SUMARY	99
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	100
13.	ANEXOS	103

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Estimación de la superficie cosechada, producción y rendimiento agrícola del Ecuador, en el año 2009.	16
CUADRO 2. Adaptabilidad de las variedades de aguacate (<i>Persea americana</i>), a diferentes pisos altitudinales.	20
CUADRO 3. Resistencia al frío de árboles de las tres razas de aguacate.	22
CUADRO 4. Principales Enfermedades que afectan el cultivo de aguacate.	26
CUADRO 5. Principales Insectos – plaga que afectan a cultivo de aguacate.	28
CUADRO 6. Contenido nutricional de la parte comestible del aguacate. Base Fresca.	29
Cuadro 7. Ubicación político Territorial, geográfica y condiciones agroecológicas de las dos localidades en estudio.	44
CUADRO 8. Tratamientos en estudio por localidad.	46
CUADRO 9. Esquema del Análisis de Varianza.	47
CUADRO 10. Calibres de dos Variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill).	50
CUADRO 11. Análisis de Varianza para la variable Inicio de Floración (días y UC) de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	56
CUADRO 12. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para la variable Inicio de Floración (días y UC) de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	56
CUADRO 13. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de Floración de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	57
CUADRO 14. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de Floración en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	57
CUADRO 15. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable a la floración en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	58
CUADRO 16. Análisis de Varianza para la variable Plena Floración (días y UC) de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha. ...	59
CUADRO 17. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para la variable Plena Floración (días y UC) de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	60
CUADRO 18. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Plena Floración de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	60

CUADRO 19. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Plena Floración en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	61
CUADRO 20. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable plena floración en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	61
CUADRO 21. Análisis de varianza para la variable número de flores por inflorescencia en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	62
CUADRO 22. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para la variable número de flores por inflorescencia en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	63
CUADRO 23. Análisis de Varianza para la variable Inicio de Cuajado (días y UC) de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha. ...	63
CUADRO 24. Promedios y Pruebas de Tukey (5%), para la variable inicio de cuajado de frutos (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	64
CUADRO 25. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de cuajado de Frutos en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	64
CUADRO 26. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de cuajado de frutos en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	65
CUADRO 27. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para inicio de cuajado de frutos en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	65
CUADRO 28. Análisis de Varianza (días y UC), para la variable frutos cuajados por inflorescencia de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	66
CUADRO 29. Análisis de Varianza (días y UC), para la variable Inicio de Cosecha en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha. ...	67
CUADRO 30. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para la variable Inicio de cosecha en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	68
CUADRO 31. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de cosecha en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	68
CUADRO 32. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para variable Inicio de la cosecha en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	69
CUADRO 33. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable inicio de la cosecha en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	69

CUADRO 34. Análisis de Varianza para la variable duración de cosecha (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	70
CUADRO 35. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para frutos cuajados por inflorescencia en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	71
CUADRO 36. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Duración de la cosecha en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	71
CUADRO 37. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable fin de la cosecha en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	72
CUADRO 38. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Fin de cosecha en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	73
CUADRO 39. Promedios y Porcentaje de frutos cosechados por inflorescencia en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	75
CUADRO 40. Análisis de Varianza para peso de frutos en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	76
CUADRO 41. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para peso de fruto en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	77
CUADRO 42. Calibres obtenidos en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), a la madurez fisiológica cosechadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	78
CUADRO 43. Análisis de Varianza para Diámetro y Longitud (mm) de frutos en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	78
CUADRO 44. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para Longitud y Diámetro del fruto en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	79
CUADRO 45. Análisis de Varianza para seis estado fenológicos (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	81
CUADRO 46. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para seis fases fenológica (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	83
CUADRO 47. Análisis de Varianza para la variable Plena floración (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	84
CUADRO 48. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para una fase fenológica (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	85
CUADRO 49. Análisis de Varianza para dos estados fenológicos (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	85
CUADRO 50. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para una fase fenológica (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	86

CUADRO 51. Análisis de Varianza para un estado fenológicos (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	87
CUADRO 52. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para una fase fenológica (días y UC), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	88
CUADRO 53. Tiempo requerido para la manifestación de los principales estados fenológicos (días), en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	88
CUADRO 54. Estados fenológicos, días y Unidades calor, para las variedades Hass y Fuerte, en las localidades Tumbaco y San José de Minas.	91
CUADRO 55. Unidades de calor acumuladas en 11 estados fenológicos en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.....	94

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Estados fenológicos tipo del aguacate “Yema en Latencia A”	32
GRÁFICO 2. Estados fenológicos tipo del aguacate “Yema Hinchada B”.	33
GRÁFICO 3. Estados fenológicos tipo del aguacate “Aparece la inflorescencia C”	33
GRÁFICO 4. Estados fenológicos tipo del aguacate “Botones Florales Visible eje secundario D1”.	34
GRÁFICO 5. Estados fenológicos tipo del aguacate “Botones Florales Visible eje terciario D2”	34
GRÁFICO 6. Estados fenológicos tipo del aguacate “Botón amarillo E”	35
GRÁFICO 7. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Femenina F 1f”	35
GRÁFICO 8. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Femenina F 2f”	36
GRÁFICO 9. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Femenina F 3f”	36
GRÁFICO 10. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F1o”	37
GRÁFICO 11. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina 1m”	37
GRÁFICO 12. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F2m”	38
GRÁFICO 12. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F3m”	38
GRÁFICO 13. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F4m”	39
GRÁFICO 14. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F5m”	39
GRÁFICO 15. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F2c”	40
GRÁFICO 16. Estados fenológicos tipo del aguacate “Marchitez de tépalos G”	40
GRÁFICO 17. Estados fenológicos tipo del aguacate “Cuajado H”	41
GRÁFICO 18. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fruto tierno I”	41
GRÁFICO 19. Días requeridos para el cumplimiento de las fases fenológicas en dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	90
GRÁFICO 20. Unidades calor por estado fenológico de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	93
GRÁFICO 21. Curva de evolución fenológica de dos variedades de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.	95

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Estado A "Yema en Latencia."	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 2. Estado B "Yema hinchada"	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 3. Estado C "Aparecen las inflorescencias"	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 4. Estado D1 "Diferenciación floral 1er eje floral visible."	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 5. Estado D2 "Segundo eje floral visible."	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 6. Estado E "Botón Amarillo"	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 7. Estado F "Floración"	¡Error! Marcador no definido.
Estado 8. Estado G "Marchitez de tépalos."	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 9. Estado H "Cuajado de frutos"	¡Error! Marcador no definido.
Fotografía 10. Estado I "Fruto tierno"	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Promedios de variables fenológicas obtenidos en campo bajo las condiciones ambientales de Tumbaco.....	103
ANEXO 2. Promedio de variables fenológicas obtenidas en campo bajo las condiciones ambientales de San José de Minas.	104
ANEXO 4. Promedios de temperatura (°C), Humedad relativa (%) y unidades calor acumuladas mensuales registradas en San José de Minas, 2012.....	105
ANEXO 5. Promedio de Temperatura (°C), Humedad relativa (%) y unidades calor acumuladas mensuales registradas en Tumbaco, 2012.	105
ANEXO 6. Cálculo de fertilizantes realizado para completar los requerimientos del cultivo en las dos localidades.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 4. Fotos Fase fenológicas de dos variedades de aguacate en dos localidades de la provincia de Pichincha.	¡Error! Marcador no definido.

1. INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* Mill.), es nativo de América, originario de Mesoamérica, que es la región alta del centro de México y Guatemala (TELIZ & MORA, 2007). Según información recopilada por investigadores de la Corporación Colombiana de Investigaciones (CORPOICA), se dice que después del descubrimiento de América y la conquista de México, Centro América, Colombia y Perú, el aguacate fue diseminado a otros lugares del mundo, por su característica de polimorfa, que le permite adaptarse a diferentes ambientes, de ahí la gran variabilidad existente por sus características morfológicas como: dimensión de las hojas, tamaño del fruto, coloración del epicarpio entre otros (BERNAL & DÍAZ, 2005).

La diversidad de climas en nuestro país ha influido para que el aguacate se lo encuentre cultivado en diferentes pisos altitudinales, especialmente en los valles Interandinos cuya altitud oscila entre los 1800 a los 2500 msnm, con temperaturas promedio de 17 °C, precipitación anual de 400 a 1000 mm y humedad relativa que oscila entre 50 y 85% (LEÓN, 1999), por lo cual, el Ecuador puede producir aguacate todo el año con picos de producción y cosecha plenamente definidos de febrero a marzo y de agosto a septiembre, lo que nos diferencia de otros países que por la variedad de clima, normalmente producen una vez al año en un periodo de 4 a 5 meses. Se estima que en el país en el año 2011 existían 6500 hectáreas de la variedad Fuerte y 500 hectáreas de la variedad (INIAP, 2011) (VASQUEZ, 2008).

Según datos obtenidos de las Direcciones Provinciales del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP) y de acuerdo al III Censo Agropecuario en el Ecuador existen alrededor de 2290 hectáreas de aguacate como cultivo solo y 5507 hectáreas asociadas a otros cultivos, lo cual representa un total en producción de 9044 Tm (INEC - MAG - SICA, 2010)

En la actualidad se dispone de información sobre los factores climáticos, edáficos y biológicos que hacen referencia al ciclo biológico y producción de los cultivos, tomando en cuenta que el ciclo biológico de una planta varía según el genotipo y sobre todo los factores del clima, es decir que si las mismas plantas son sembradas bajo condiciones climáticas diferentes, pueden presentar diferentes estados de

desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico, de ahí que el uso de escalas fenológicas en los cultivos toma importancia.

El empleo de métodos matemáticos permite mejorar la precisión en la medición de los diferentes eventos fenológicos en cada variedad dependiente de la localidad, ya que las condiciones ambientales son diferentes, por lo tanto con el uso de estos métodos se busca regular la estimación de resultados, y determinar las épocas de producción de acuerdo al lugar en donde se encuentre el cultivo para ofertar esta fruta de manera más competitiva tanto en el mercado nacional como internacional.

El aguacate posee estados fenológicos definidos, pero las unidades calor necesarias y la culminación de sus etapas fenológicas dependerá mucho del lugar en el que se encuentre ubicado el cultivo debido a que las temperaturas máximas y mínimas serán diferentes, lo cual hará que se logre completar las mismas en un lapso de tiempo mayor o menor al requerido.

En los cultivos se consideran por lo general tres fases que son: vegetativa, reproductiva y madurez, de ahí que cada especie de planta posee ya sus etapas fenológicas bien definidas, es así que el aguacate presenta un comportamiento fenológico muy característico, presentando generalmente 10 estados fenológicos tipo, iniciándose en yema en latencia denominado A, y finalizando con frutos tiernos, denominado estado J.

El conocimiento fenológico de las variedades comerciales Fuerte y Hass en áreas representativas de producción es importante, ya que esto nos permitirá definir los ciclos requeridos para la producción de fruta en diferentes lugares de mayor incidencia del cultivo en nuestro país de acuerdo a las condiciones climáticas y de esta manera también establecer las ventanas de comercialización de cada variedad.

El propósito de la investigación es evaluar el comportamiento fenológico de las variedades Fuerte y Hass en las zonas de Tumbaco y San José de Minas, que difieren en altitud y condiciones ambientales mediante la determinación del tiempo y las unidades calor requeridas para cumplir con los diferentes estados fenológicos de formación de un brote vegetativo, floración, formación de frutos y madurez fisiológica, definiendo las épocas de cosecha y potencial de comercialización, tanto para el mercado nacional como internacional.

2. OBJETIVOS

2.1. General

- Estudiar el comportamiento fenológico de las variedades de aguacate Hass y Fuerte, mediante medición del tiempo y cálculo de unidades térmicas para la manifestación de los diferentes estados, en las localidades de Tumbaco y San José de Minas de la provincia de Pichincha, para conocer las épocas de floración y su complementariedad para la polinización; los ciclos de producción, épocas de producción, y ventanas más adecuadas de comercialización en el mercado nacional e internacional.

2.2. Específicos

- Determinar el tiempo y las Unidades térmicas requeridas, para la manifestación de los principales estados fenológicos.
- Establecer los meses de floración de las variedades y definir si son complementarias para su empleo como polinizantes.
- Elaborar las curvas de evolución de la fenología.
- Determinar los meses de producción, para establecer el potencial de comercialización.
- Determinar zonas potenciales competitivas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. El aguacate

El aguacate, pertenece a la familia de las lauráceas y según, (CALIBRESE, 1992) existen alrededor de 40 géneros esparcidos por varios continentes con unas 100 especies.

3.1.1. Origen

El aguacate es originario de México, Colombia y Venezuela, los primeros españoles que llegaron a América bautizaron a este fruto con el nombre de "Pera de las Indias", dada su semejanza externa con las peras españolas (CALIBRESE, 1992).

3.2. Cultivo en el Ecuador

En nuestro país el aguacate, se encuentra cultivado en los valles Interandinos desde los 1800 a los 2500 msnm, con temperaturas promedio de 17 °C, precipitación anual de 400 a 1000 mm, y humedad relativa que oscila entre 50 y 85% (LEÓN, 1999). De acuerdo al III censo agropecuario, la superficie cultivada de aguacate en el país es de aproximadamente 7797 hectáreas (INEC - MAG - SICA, 2010). En los Valles Interandinos, el cultivar Fuerte es el de mayor cultivo y comercialización debido a la aceptación de los consumidores por su tamaño, sabor, color y resistencia al transporte (LEÓN, 1999), a su vez este es uno de los factores que ha permitido que la demanda internacional del aguacate ecuatoriano se haya incrementado y por ende cautivado a innumerables consumidores de varios países que lo han adoptado. Entre estos se encuentran Colombia, Francia y Rusia (BRITO, 2010)

3.2.1 Sectores del Ecuador donde se produce el Aguacate.

El cultivo de aguacate con el pasar de los años se ha ido diseminando a varias zonas de nuestro país, de ahí que cada una de las provincias aportan con cantidades significativas tanto para el consumo nacional como para la exportación, mismas que se presentan a continuación en el Cuadro 1, detallado por provincia la producción y rendimiento de acuerdo a la raza.

CUADRO 1. Estimación de la superficie cosechada, producción y rendimiento agrícola del Ecuador, en el año 2009.

AGUACATE GUATEMALTECO			AGUACATE NACIONAL			
	SUPERFICIE	PRODUCCION	RENDIMIENTO	SUPERFICIE	PRODUCCION	RENDIMIENTO
TOTAL REPUBLICA	1.253	17.227	13.749	1.320	9.197	6.967
SIERRA	1.253	17.227	13.749	756	5.103	6.750
CARCHI	87	1.296	14.897			
IMBABURA	186	2.083	11.199	22	241	10.955
PICHINCHA	910	12.860	14.132	90	625	6.944
COTOPAXI				95	1.010	10.632
TUNGURAHUA	25	500	20.000			
CHIMBORAZO				78	733	9.397
BOLIVAR						
CAÑAR				4	18	4.500
AZUAY	45	488	10.844	142	824	5.803
LOJA				325	1.652	5.083
COSTA				513	3.916	7.634
ESMERALDAS				34	260	7.647
MANABI				272	2.456	9.029
LOS RIOS						
GUAYAS				150	1.200	8.000
EL ORO				22	252	11.455
SANTA ELENA						
LOS TSACHILAS				35	425	12.143
ORIENTE				49	178	3.633
SUCUMBIOS						
ORELLANA				10	54	5.400
NAPO				6	26	4.333
PASTAZA				16	49	3.063
MORONA SANTIAGO						
ZAMORA CHINCHIPE				17	49	2.882
GALAPAGOS				2	2	1.000

Fuente: Dirección de Información Geográfica del Ecuador, 2009.

3.2.1. Producción y exportación de aguacate

Según la Organización para la Agricultura y la Alimentación FAO, la producción mundial de aguacate en el año 2012 fue de 3885943 de toneladas, producidas en aproximadamente 486138 hectáreas (FAO, 2012).

Los principales exportadores fueron México (25%), Chile (16%), Israel (13%), España (11%) y Sudáfrica (10%). Los principales importadores fueron Francia (31%), Estados Unidos (23%), Reino Unido (7%), Países Bajos (6%), Japón (4%) y Canadá (4%) (GOMEZ & ALMEIDA, 2010).

Las exportaciones de aguacate en el Ecuador tienen como principal destino Ipiales (Colombia), Estados Unidos es también un mercado para el aguacate ecuatoriano. Sin embargo la mayoría de la producción nacional es destinada para consumo interno, especialmente en la Sierra (RUIZ BRAVO, 2009).

3.3. Clasificación Taxonómica

Según (BERNAL & DÍAZ, 2005), la clasificación taxonómica del aguacate es:

Reino:	Vegetal
División:	Spermatophyta
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Dicotyledoneae
Subclase:	Dipétala
Orden:	Ranales
Familia:	Lauraceae
Género:	<i>Persea</i>
Especies:	<i>Persea americana</i> Miller, <i>Persea gratisisima</i> Gaerth,
Nombre científico:	<i>Persea sp.</i>
Nombre común:	Aguacate, palta, aguacatillos, avocado

3.4. Descripción Botánica.

La descripción botánica del aguacate corresponde a raíz, tallo, ramas, hojas, flores y frutos los cuales se los describe a continuación (AMÓRTEGUI, 2001)

3.4.1. Raíz

Son regularmente superficiales logrando profundidades de hasta 150 cm. Tienen muy poco pelo absorbente, por lo tanto, la absorción de agua y nutrientes se realiza fundamentalmente por las puntas de las raíces a través de los tejidos primarios. Esta característica determina la

susceptibilidad de la planta al exceso en el suelo, que induce a las asfixias y ataques de hongos que pudren los tejidos radiculares (AMÓRTEGUI, 2001)

3.4.2. Tallo

Es cilíndrico y recto en las variedades criollas y ramificado en las variedades mejoradas, Es leñoso y tiene gran crecimiento vegetativo; en árboles de 30 años se han encontrado diámetros de un metro (AMÓRTEGUI, 2001).

3.4.3. Ramas

Son abundantes, delgadas y frágiles, por lo que se pueden romper al cargar mucho de frutos y por la acción del viento. Son sensibles a los rayos solares (AMÓRTEGUI, 2001).

3.4.4. Hojas

Son simples y enteras, de forma elíptica-alargada y nervadura en figura de pluma. La inserción en el tallo es peciolada. Cuando es joven presenta un color rojizo y una epidermis pubescente; en su madurez se tornan lisas, acartonadas y de un verde intenso y oscuro. Normalmente el árbol está cubierto de hojas, cuando se presenta la defoliación es porque la variedad no es apropiada para la zona (AMÓRTEGUI, 2001)

3.4.5. Flores

Es hermafrodita, es decir que tiene los dos sexos. Su color es verde-amarillento, aromatizada y aproximadamente un centímetro de diámetro. Las flores están agrupadas en una inflorescencia de varios racimos (panícula), puede ser axilar o terminal. Se estima que cada panícula tiene unas 200 flores. El androceo está compuesto por 12 estambres, insertos por debajo o alrededor del ovario. De los 12 estambres, solo 9 son funcionales. El gineceo tiene un pistilo, un ovario, sobre el pedúnculo y un óvulo. En la parte superior de la panícula se encuentra una yema vegetativa que luego se desarrolla en una rama, cuando no se utiliza para injertar. Presenta flores perfectas; sin embargo, cada flor se abre en dos momentos distintos y separados, es decir los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación (AMÓRTEGUI, 2001).

Por esta razón, las variedades se clasifican con base en el comportamiento de la inflorescencia en dos tipos A y B. En ambos tipos, las flores abren primero como femeninas, cierran por un período fijo y luego abren como masculinas en su segunda apertura. Esta característica es muy importante en una plantación, ya que para que la producción sea la esperada es muy conveniente mezclar variedades adaptadas a la misma altitud, con tipo de floración A y B y con la misma época de floración en una proporción 4:1, a este tipo de floración se denomina dicogamia sincronizada (AMÓRTEGUI, 2001).

3.4.6. Fruto

Es una baya que posee un epicarpio delgado y un mesocarpio carnoso y oleaginoso. De tamaño, formas y colores diferentes, según la variedad. Predomina la forma ovalada, cónica, ovoide, redonda y periforme. El color oscuro y amarillento. La corteza puede ser de textura lisa o rugosa, cada fruto contiene en su cavidad central una semilla de forma variada, predominando la redonda y la cónica, su color se caracteriza por presentar diferentes tonalidades café y negro (AMÓRTEGUI, 2001).

Una característica importante del aguacate es que es un fruto climatérico, lo que significa que es un fruto que está sometido a un proceso natural de madurez y sazón, es iniciado de acuerdo a cambios en la composición hormonal y bioquímicos. El inicio de la maduración climatérica es un proceso bien definido que se caracteriza por un rápido aumento en la velocidad de la respiración y desprendimiento del etileno endógeno desde el fruto.

3.5. Clasificación y Variedades

3.5.1. Clasificación Ecológica

Según (AMÓRTEGUI, 2001), los botánicos, clasificaron al aguacate de acuerdo a su origen y características físicas en tres razas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana, las cuales se polinizaron en forma natural (cruzamiento) y se llegó a tener una gran variabilidad genética, ya que el aguacate tiene una flor hermafrodita

3.5.1.1. Raza Mexicana

Es originaria de México, esta raza de aguacate se la puede cultivar desde los 1500 a 2500 msnm, esta raza se caracteriza por ser un árbol alto, de corteza y ramas delgadas y sobre todo muy resistentes a las bajas temperaturas, las hojas de esta raza son verde oscuras, pequeñas que al estrujarlas tienen un olor a anís y sus frutos son piriformes con alto contenido de aceite (LEÓN, 1999) (AMÓRTEGUI, 2001).

3.5.1.2. Raza Guatemalteca

Originaria de Guatemala, esta raza de aguacate se la cultiva en zonas que van desde los 500 a 2400 msnm, la característica de esta raza es que es un árbol de gran tamaño, hojas grandes, de color verde oscuro, con la diferencia que al estrujarla no tiene olor y su semilla es de gran tamaño (LEÓN, 1999).

3.5.1.3. Raza Antillana

Esta raza de aguacate se adapta en lugares que van desde los 0 a 500 msnm, y soportan muy bien un alta humedad relativa pero es muy sensible al frío, esta raza se caracteriza por ser un árbol no tan grande posee hojas multiformes y estas al estrujarlas no tienen un olor a anís (LEÓN, 1999).

3.5.2. Variedades de Aguacate.

El aguacate es una planta perteneciente a la familia de las Lauráceas, del Género *Persea*, el cuál por marcadores moleculares ha sido identificado como una sola especie de aguacate *Persea americana*, de ahí que las tres razas más conocidas son subespecies o variedades botánicas de ella (GARDIAZABAL & ROSENBERG, Cultivo de Palto, 1990).

El aguacate cultivado en su mayor parte son híbridos de las tres subespecies que varían grandemente en forma, tamaño y color, de acuerdo a las características de sus progenies (LEÓN, 1999). Las tres razas identificadas son las siguientes.

- *Aguacates* de raza mexicana (*Persea americana* variedad *drymifolia*).
- *Aguacate* de raza guatemalteca (*Persea americana* variedad *guatemalensis*).
- *Aguacates* de raza antillana (*Persea americana* variedad *americana*).

3.5.3. Variedades.

Desde la antigüedad a partir de estas tres razas de aguacate se han ido generando de forma natural entre ellas por medio de su propio sistema de reproducción, por lo que el resultado de estas fusiones producidas por polinización cruzada, se dieron origen a incontables variedades híbridas naturales indefinidas (VELASQUEZ PELAEZ, 2005).

De ahí que las variedades más importantes y aptas para el cultivo en diferentes altitudes son:

CUADRO 2. Adaptabilidad de las variedades de aguacate (*Persea americana*), a diferentes pisos altitudinales.

ALTITUD		
De 0- 1000 msnm	1000 -1500 msnm	1500– 2500 msnm
Simpson Booth 8	Choquete Simpson Booth 8 Guatemala Itzama	Nabal Azteca Fuerte Hass Duke 7 Zutano Colinred Puebla Booth 8

Fuente: ANACAFE - 2004

3.5.3.1. Variedad Hass

Es una variedad que actualmente en el mercado internacional está catalogada como la más popular, que fue obtenida en los Estados Unidos (California) de una planta proveniente de semilla de raza Guatemalteca, la característica de esta variedad es que es un árbol susceptible al frío, la época de floración normal es entre los meses de diciembre a marzo y se da una floración más acelerada en los meses de agosto a octubre, la época de cosecha es en los meses de noviembre a abril y julio a septiembre, posee una excelente calidad por lo que el fruto puede permanecer temporalmente en el árbol, después de madurar sin perder su calidad (FERRO, 2001).

3.5.3.2. Variedad Fuerte

Es una variedad originaria de México, se caracteriza por ser un híbrido natural entre la raza mexicana y guatemalteca, es un árbol vigoroso de copa abierta con tendencia a formar ramas horizontales. Su fruto es piriforme, semilla de tamaño mediano, es de color verde y no tiene fibras, esta es una de las variedades también comerciales a nivel mundial por su calidad, tamaño, buena conservación y resistencia al transporte (FERRO, 2001).

3.6. Antecedentes productivos

El promedio comercial de fruta producida por el aguacate no es muy favorable comparado con otras frutas frescas. Huertos de Hass individuales son capaces de producir 20 ton/ha en promedio. El mejor potencial productivo alcanzado en un sistema altamente intensivo para palto cv. "Fuerte" es de 32,5 ton/ha (WOLSTENHOLME B. , 1986)

3.7. Requerimientos Agroclimáticos

Los principales requerimientos agroclimáticos en el cultivo de aguacate son: la temperatura, la precipitación, luminosidad y la humedad relativa (IICA, 2007).

3.7.1. Clima

El clima representa el factor más importante, y en último grado, determinante en la producción de aguacates, tanto en la calidad como en el rendimiento a obtener por las distintas variedades.

3.7.2. Temperatura

La temperatura es el factor climático más importante en la producción de aguacate al afectar la cuaja y por ende su producción y al poder producir daños y pérdidas por helada (GARDIAZABAL, 2008).

Dentro del cultivo de aguacate, existen diversas variedades de aguacate que de acuerdo a la especie presentan un comportamiento diferente, como es el caso de la especie antillana que es poco resistente al frío, mientras que las variedades de la especie guatemalteca son más

resistente y las mexicanas las que presentan la mayor tolerancia al frío, pero las temperaturas más propicias para este cultivo están en promedio de 20 a 25°C, por ser sensibles a las bajas temperaturas, el aguacate es un cultivo que requiere temperaturas entre 14 y 32°C (IICA, 2007).

3.7.2.1. Temperaturas Bajas

Por ser un árbol de hoja persistente, que no entra en un receso profundo en invierno, el aguacate es sensible a heladas no sólo las temperaturas que se alcanzan, sino que también la duración de éstas. De acuerdo a las razas se puede observar que la raza mejicana es la que más tolera al frío. (Ver Cuadro 2).

Además, existen diferencias muy importantes en la sensibilidad de la fruta al frío dependiendo de la variedad.

CUADRO 3. Resistencia al frío de árboles de las tres razas de aguacate.

TIPO DE PLANTA	RAZA		
	Antillana	Guatemalteca	Mejicana
Planta joven	-1 °C a -2 °C	-2 °C a -4 °C	-3 °C a -4 °C
Planta adulta	-1 °C a -4 °C	-3 °C a -5 °C	-4 °C a -7 °C

Fuente: Álvarez de la Peña, 2005.

3.7.2.2. Temperatura Floración.

Los cultivos de aguacate son muy exigentes en cuanto a las temperaturas durante la época de floración y cuaja. Éstas influyen sobre el proceso de fructificación de diferentes formas (GARDIAZABAL, PALTOS Y CÍTRICOS, 2008)

El aguacate presenta naturalmente una dicogamia protógina que significa que la flor abre 2 veces, primero en estado femenino, luego cierra, para, posteriormente abrir al estado masculino. Las variedades se clasifican según su dicogamia en variedades tipo A, que abren en la mañana en estado femenino, luego cierran y abren nuevamente en la tarde del día siguiente al estado masculino; Hass, Mexícola, Gwen, Esther, son algunas de las variedades que pertenecen a este grupo. Las del tipo B abren al estado femenino en la tarde, cierran en la noche y abren nuevamente al estado masculino en la mañana siguiente; Fuerte Edranol, Zutano, Bacon, Negra La Cruz, son del tipo B. Cuando el clima de primavera es fresco e irregular, estos ciclos se desordenan, encontrándose flores masculinas y femeninas al mismo tiempo en el mismo árbol y cambiando su patrón de floración, que muchas veces favorece la polinización y cuajado. Esto es lo que ocurre en la zona de

Quillota y en otras áreas de clima primaveral frío e inestable (CALIBRESE, 1992).

Otro efecto de temperaturas frías en floración (cuando estas temperaturas diurnas son inferiores a 17 °C), es que hay un porcentaje de flores que no abren nunca al estado femenino, otras que abren en este estado, pero parte de ellas lo hace en la noche donde no hay insectos polinizadores y las temperaturas son bajas, no habiendo cuaja en estas flores. Por otro lado, con temperaturas diurnas inferiores a 14 °C, la actividad de las abejas es mínima, lo que dificulta la polinización (TAPIA V. , 2006).

Finalmente, bajas temperaturas durante la noche (menores a 10 °C), reducen la germinación del polen, decrece la viabilidad del óvulo y aumenta el período de crecimiento del tubo polínico, el que no alcanza a desarrollarse para fecundar el óvulo, provocando una fuerte caída del frutitos en los primeros estados de desarrollo o a la producción de fruta sin semillas o “paltines” que pueden desarrollarse en mayores cantidades en algunas variedades como Fuerte (GARDIAZABAL, 2008).

Las temperaturas mínimas para tener fecundación son, para cultivares del tipo B, de 25 °C de día seguidas de noches con temperaturas superiores a 10 °C. En el caso de cultivares del grupo A, los requerimientos no son tan altos, bastando temperaturas diurnas sobre 20 °C, seguidas de noches con más de 10 °C (GARDIAZABAL, 2008).

3.7.3. Precipitación

Para este cultivo se pueden considerar precipitaciones anuales de 1200 mm los mismos que deben estar adecuadamente distribuidos, ya que sequías muy prolongadas pueden ocasionar caídas de las hojas, lo que reduce el rendimiento, por lo contrario el exceso de precipitaciones durante las épocas de floración y fructificación hará que esto se reduzca ya que provocara la caída de los frutos (ANACAFÉ , 2004)

3.7.4. Humedad relativa

El exceso de humedad relativa puede llegar a ser perjudicial para este cultivo ya que se podría dar lugar al desarrollo de algas o líquenes sobre la superficie del tallo, ramas y hojas, si este factor se altera se podría dar origen también a la aparición de enfermedades fúngicas que afecten tanto al follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos (ANACAFÉ , 2004) .

Según (REYES SÁENZ, 2011) la humedad relativa tiene que estar siempre controlada ya que un ambiente muy seco puede provocar la muerte del polen en efectos negativos sobre la fecundación y con ello interrumpir la formación de menor número de frutos, por lo que se recomienda que la humedad relativa para que sea óptima no supere el 60%.

3.7.5. Viento

El efecto del viento es tanto sobre el desarrollo de las plantas, especialmente nuevas y más expuestas (puede disminuir su desarrollo y deformar su estructura), como sobre la calidad de la fruta produciendo cicatrices y russet en la piel, sin embargo, no se ha visto mayor daño sobre la productividad (GARDIAZABAL, 2008).

3.8. Aspectos Agronómicos del Cultivo

3.8.1. Suelos

Los mejores suelos para este cultivo son aquellos que tiene textura Franco arenosa o franco arcillosa y son profundos pero con buen drenaje interno y superficial ya que estas plantas son muy sensibles a la asfixia radicular por falta de oxígeno, lo que hace que las raíces detengan su crecimiento, necesitan de 3 a 5% de materia orgánica y no es aconsejable plantar en suelos arcillosos con capas endurecidas que impidan el buen desarrollo radicular (LEÓN, 1999).

3.8.2. Requerimientos de Fertilizantes.

Para definir la cantidad y calidad de fertilizante que se puede suministrar a una plantación de aguacate, se debe realizar un análisis de suelo. Además, el análisis foliar es una herramienta fundamental y se debe realizar todos los años después del cuarto año. Estos análisis indican los niveles de nutrimentos en el suelo y en la planta; y eso permite elaborar un programa de fertilización racional para tener una plantación con rendimientos satisfactorios. También se debe considerar que el árbol de aguacate por naturaleza es escaso en raíces absorbentes y que a la vez estas son muy superficiales. Por lo anterior, esas raicitas se quemán fácilmente con excesos de fertilizante químico ó aplicaciones de abonos orgánicos crudos o de mala calidad (CERDAS ARAYA, MONTERO CALDERÓN, & DÍAZ CORDERO, 2006).

Al trasplante: aplicar al fondo del hoyo 3 onz (aproximadamente 90 g) de 10-30-10 o fórmulas similares. En ese mismo año, repetir dos veces esa aplicación. Por cada año de edad del árbol: aumentar 1 kg de un fertilizante balanceado en nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes. Usar la fórmula 12-11-18-3-0-8, 13-5-20-8 o similares, repartido en 3 o 4 aplicaciones. La cantidad máxima de fertilizante es de 10 kg para árboles de 13 años en adelante. Esta cantidad se mantendrá si la producción es constante. Para mejores cosechas: es importante combinar el K-Mg. Es recomendable aplicar por medio de fertilizantes foliares, elementos menores como: cobre, zinc y boro; hacer de dos a tres aplicaciones por año. En ocasiones fueron necesarias las aplicaciones de hierro

3.8.3. Requerimientos hídricos.

Los requerimientos de agua en el cultivo de aguacate se dan de acuerdo a la edad del huerto, clima y tipo de suelo, pero se estima que las necesidades hídricas son de 10.000 – 12.000 m³/ha (LEÓN, 1999).

La importancia del riego radica en el incremento de la productividad del aguacate, en comparación a la que se obtiene sin irrigación, tanto en producción de fruta como en vigor y aspecto del árbol, sin embargo, un mal manejo del riego perjudica al cultivo, al suelo y disminuye el beneficio económico del productor.

El aguacate está constituido de 90% de agua, 9% carbohidratos, 0,9% proteínas y 0,1% de grasa, ácidos nucleicos y otros componentes, presenta un sistema vascular muy limitado es decir que los vasos por donde se transporta el agua hacia las hojas son muy pequeños lo cual hace que se produzca un estrés más alto en comparación a otros frutales.

Según (LOVATT, 1990), el déficit de agua (stress) causa el cierre estomático, que limita la función fotosintética. En condiciones normales, el agua en las células individuales ejerce presión y sirve como una fuerza conductora para la expansión celular llevando de este modo a la elongación de brotes y expansión de hojas. Por el contrario cuando el agua es limitante, el crecimiento cesa.

Cuando inicia la floración los requerimientos de agua tienden a subir de manera sustancial debido a que los órganos reproductivos son más sensibles a la pérdida de agua que las hojas, de ahí que el estrés en esta etapa puede ser muy detrimental para el comportamiento del mecanismo de la floración.

Durante el periodo final del crecimiento rápido de la fruta y madurez, el manejo del riego efectivo reduce la caída de fruta (tarde en verano, el "anillo del cuello", desorden del pedúnculo de la fruta asociado a stress hídrico, puede causar significativas pérdidas de fruta) e incrementa el tamaño final del fruto. El último efecto es particularmente importante en cultivares de cosechas fuertes, como Hass, para lograra un alto porcentaje de fruta en el rango del tamaño preferido por el mercado (WHYLEY, CHAPMAN, & SARANAH, 1988)

3.8.4. Podas.

La poda en el aguacate es una práctica que debe tomarse con precaución, haciéndola racionalmente los resultados serán positivos, deberá tomarse en cuenta, la variedad, objetivo de la poda y condiciones de clima y suelo.

Evitar el desequilibrio entre el follaje y la fructificación, de esta relación dependen los niveles de rendimiento por árbol y por hectárea.

Podar antes del inicio de las lluvias entre abril-mayo.

Para obtener buenos rendimientos es necesaria una cantidad adecuada de ramas productoras. Sí estas son podadas se estimulará solamente el

crecimiento vegetativo. Las ramas que contienen ramillas de 1 ó 2 años de madera nueva son por lo general productoras de frutos (ANACAFÉ , 2004).

3.8.5. Propagación.



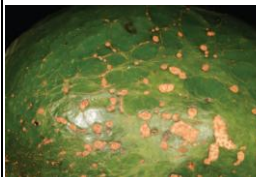
La propagación por injerto es el método más apropiado para reproducir las variedades seleccionadas de cultivo comercial, ya que los árboles injertados son uniformes en cuanto a la calidad, forma y tamaño de la fruta. Las semillas deben provenir de frutas sanas, de buen tamaño, cosechadas directamente del árbol. Su viabilidad dura hasta tres semanas después de extraída de la fruta (ANACAFÉ , 2004).





3.9. Insectos Plagas y Enfermedades

3.9.1. Enfermedades

Las principales enfermedades que afectan al cultivo son:

CUADRO 4. Principales Enfermedades que afectan el cultivo de aguacate.

Nombre Común	Agente Causal	Daño	
Pudrición de la raíz	<i>Phytophthoracin namomi</i>	Pudrición en raíces. El deterioro de la raíz genera retraso en el crecimiento e incluso muerte de la planta	
Marchitamiento de la planta	<i>Verticillium albo atrum</i>	Marchitamiento generalizado en toda la planta causado por la invasión de haces vasculares.	
Roña	<i>Sphacelomapers eaJenkins</i>	Lesiones redondas o irregulares de color pardo o café en los frutos, en las hojas se observan manchas protuberantes de color castaño	

Mancha angular	<i>Cercospora purpurea</i> Cook	Se producen manchas en el fruto de color marrón o café oscuro	
Pudrición del fruto	<i>Rhizopusstolonifer</i>	Se observa una inserción de color café que invade la pulpa y la cascara	
Pudrición del fruto	<i>Dothiorellasp.</i> Sacc	Se manifiesta en cualquier lugar del fruto, pero es más frecuente en la inserción del pedúnculo con el fruto se producen manchas de color marrón	
Muerte desecante de ramas y brotes, antracnosis del fruto.	<i>Glomerellacingu lata</i>	Produce caída de las flores, lesiones de color café en los frutos, muerte desecante en la copa del árbol.	

Fuente: Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura (IICA) – 2004.

3.9.2. Insectos Plaga.

Los principales insectos – plaga que afectan al cultivo de aguacate y de gran importancia económica son: (Cuadro 6)

CUADRO 5. Principales Insectos – plaga que afectan a cultivo de aguacate.

Nombre común	Nombre científico	Daño	
Barrenador del fruto	<i>Stenoma catenifer</i> Walsingham	En estado de larva perfora el fruto e incluso la semilla y genera la caída prematura de los frutos, después de la eclosión perfora el fruto y deja una cicatriz en la epidermis	  
Barrenador de la semilla.	<i>Heilipus</i> spp.	La hembra oviposita en frutos y al emerger las larvas se alimentan de la pulpa y la semilla y destruyen en su totalidad el fruto produciendo una caída prematura	 
Barrenador de las ramas	<i>Copturo mimusperea</i> Hustache	Barrena al tronco y las ramas hasta provocar la muerte del árbol	
Trips.	<i>Thrips palmi</i> Karny	Ataca a hojas, frutos, causando pérdida de la coloración debido a la alimentación de los estados juveniles y adultos	

Chinche	Antiteuchustr ipterus,Fabric iu; A. <i>pallescens</i> Sta l.	Causa daños en ramas y pedúnculos tanto adultos como ninfas succionan la savia, cuando hay presencia masiva de estos e observan manchas negras tanto sobre los frutos como en el pedúnculo.	
---------	--	---	--

Fuente: Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura (IICA) – 2004.

3.10. Información Nutricional.

El aguacate es una fruta apreciada por sus propiedades organolépticas, nutricionales y medicinales, las cuales son determinadas por su aspecto, sabor y contenido de proteína, vitaminas, minerales y grasas, es una fuente de energía debido a su alto contenido de carbohidratos y de grasa mono insaturada , estos valores de grasa dependerán de la raza es así que: la raza mexicana tienen un concentración del 12 al 15 por ciento, la guatemalteca del 15 al 30 por ciento y la antillana es inferior al 10 por ciento (FERRO, 2001).

CUADRO 6. Contenido nutricional de la parte comestible del aguacate. Base Fresca.

Componente	Fuerte*	Hass**
Agua (%)	71,2	74,4
Grasa (%)	23,4	20,6
Proteína (%)	2,2	1,8
Fibra (%)	1,9	1,4
Ceniza (%)	1,2	1,2
Azúcares (%)		
Glucosa	0,1	0,3
Fructosa	0,1	0,1
Sucrosa	0,0	0,1
Almidón (%)	0,0	0,0

Ácidos Orgánicos		
Málico	0,17	0,32
Cítrico	0,13	0,05
Oxálico	0,0	0,03
Calorías (kJ/100 g)	980	805
Vitaminas (mg %)		
Ácido ascórbico	9	11
Tiamina	0,07	0,07
Riboflavina	0,15	0,012
Ácido Pantotéico	0,9	1,2
Ácido Nicotínico	1,5	1,9
Vitamina B6	0,61	0,62
Ácido fólico	0,03	0,04
Biotina	0,004	0,006
Carotenoides (mg %)		
α -caroteno	0,36	0,29
β -caroteno	0,02	0,03
Cryptoxanthin	0,29	0,16
Minerales (mg %)		
Potasio	460	480
Fosforo	29	27
Calcio	29	14
Magnesio	22	23
Sodio	2	2
Hierro	0,6	0,7
Zinc	0,5	0,5

*Crecimiento en Australia** Crecimiento en California

Fuente: SALUNKHE, *et.al.* (1995). Handbook of fruits science and technology.

3.11. Fenología del Cultivo de Aguacate.

3.11.1. Fenología

a. Definición.

*La palabra fenología se deriva del griego **phaino** que significa manifestar y logos es el tratado, es decir que la fenología es el estudio de los fenómenos biológicos acomodados a cierto ritmo periódico como la brotación, maduración de los frutos y otros (De AZKUES, 2004).*

La fenología es la ciencia que estudia la interacción entre los eventos periódicos del ciclo de vida de los organismos que son influenciados por cambios ambientales, especialmente por variaciones meteorológicas ocurridas durante los cambios de estación. Los cambios en el tiempo y calidad de la luz percibida, humedad y temperatura, entre otros, están asociados con manifestaciones periódicas o estacionales de las plantas como son el crecimiento vegetativo, la aparición, desarrollo y caída de flores y frutos, así como la maduración de frutos (SCHWARTZ, 2004).

3.11.2. Etapa fenológica

b. Definición.

Etapa o periodo fenológico es el intervalo comprendido entre dos fases sucesivas como por ejemplo la etapa de floración- amarre del fruto. Dentro de ciertas etapas se presentan periodos críticos, que son el intervalo breve durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad a determinado elemento, de manera que las oscilaciones en los valores de este fenómeno meteorológico se refleja en el rendimiento del cultivo, estos periodo críticos se presentan generalmente poco antes o después de las fases, durante dos o tres semanas (VILLALPANDO J. F., 1991).

3.11.3. Ciclo fenológico del aguacate.

Las aproximaciones fenológicas de los eventos evidencia una interacción permanente del crecimiento vegetativo, radicular y reproductivo, la interpretación de la influencia en los eventos del comportamiento productivo del árbol es fundamental para lograr óptimos niveles de manejo (PALMA, 1991).

Según (WOLSTENHOLME & WHILEY, 1990), los árboles muestran fases de desarrollo (fenofase) a medida que pasa una estación. Por lo tanto, la interpretación de la influencia en los eventos del comportamiento productivo de un árbol es fundamental para lograr óptimos niveles de manejo, el uso de escalas fenológicas que permitan hacer referencia a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo en una etapa de desarrollo determinada cada vez cobra mayor importancia (SÁNCHEZ PÉREZ, y otros, 2001)

3.11.3.1. Sistema radical

El desarrollo radicular presenta dos "flushes", abarcando el primero desde el 28 de octubre al 3 de febrero, seguido de un periodo de estabilización y luego un aumento hasta el 17 de marzo, finalizando su crecimiento el día 13 de mayo (HERNÁNDEZ, 1991).

3.11.3.2. Crecimiento vegetativo.

El desarrollo vegetativo presenta dos periodos de crecimiento, siendo el de primavera (7 de septiembre al 21 de diciembre) de mayor intensidad que el de otoño (29 de marzo al 17 de mayo). Por su parte, la floración se concentra entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre, compitiendo con el "flush" de crecimiento radicular (TAPIA P. , 1993)

3.11.3.3. Crecimiento reproductivo

La inducción como el evento que dispara la transcripción y expresión de genes de la floración, lo cual debe ocurrir antes de la iniciación floral (DAVENPORT, 1986)

La inducción a floración ocurre debido a cambios en las condiciones ambientales o al tiempo de transición del estado juvenil al adulto (reproductivamente competente).

El aguacate es considerado como una especie auto compatible pero los órganos sexuales de la flor maduran en distinto momento, haciéndolo en primer lugar los órganos femenino, a este fenómeno se lo conoce como dicogamia sincronizada, este fenómeno es el que dirige la polinización hacia la alogamia (Polinización Cruzada), por lo que según (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, Estados fenológicos tipo del aguacate, 2003), basándose en su ciclo floral los cultivares de aguacate se clasifican en dos grupos A y B, que complementan sus ciclos florales. Los cultivares del grupo A (Hass, Reed, Pinkerton, etc.) se comportan como femeninos por la mañana y como masculinos durante la tarde del día siguiente y los cultivares del tipo B (Fuerte, Bacon, Zutano, etc.), presentan un ciclo complementario.

3.11.4. Estados fenológicos del aguacate

De acuerdo a estudios preliminares ya realizados en varios países como es Chile y México se han logrado diferenciar 10 estados fenológicos, mismos que se los describe a continuación.

3.11.4.1. Estado A (Yema en Latencia).

Las yemas se muestran cerradas, son de forma aguda, de color amarillo grisáceo y están cubiertas por escamas pubescentes visibles y no lignificadas. Estas yemas aparecen en los brotes del ciclo vegetativo anterior y pueden ser terminales o axilares en la parte superior del brote, siempre cercanas a la yema apical (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 1. Estados fenológicos tipo del aguacate “Yema en Latencia A”.

3.11.4.2. Estado B (Yema hinchada).

Las escamas oscurecidas de las yemas se separan y se extienden hacia el exterior. La yema se hincha y redondea como consecuencia de la morfogénesis de las inflorescencias. Las brácteas anaranjadas que protegen la inflorescencia se hacen visibles (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 2. Estados fenológicos tipo del aguacate “Yema Hinchada B”.

3.11.4.3. Estado C (Aparece la inflorescencia).

Las brácteas de la inflorescencia se han abierto. Los botones florales de color verde pálido se aprecian entre las bractéolas amarillo – verdosas, que protegen los primordios de los racimos de la panícula y botones florales (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 3. Estados fenológicos tipo del aguacate “Aparece la inflorescencia C”.

3.11.4.4. Estados D1 (Botones florales. Eje secundario visible)

El eje primario y los ejes secundarios de las inflorescencias sufren su elongación y se hacen visibles. Los botones florales se diferencian individualmente pero se muestran agrupados en la panícula. En la base de la inflorescencia, permanecen las brácteas y escamas iniciales algo más oscurecidas (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 4. Estados fenológicos tipo del aguacate “Botones Florales Visible eje secundario D1”.

3.11.4.5. Estado D2 (Botones Florales. Eje terciario visible)

Se produce la elongación de los ejes terciarios de la inflorescencia. El eje primario y los ejes secundarios continúan su alargamiento. Los botones florales se separan y se reconocen los racimos en la panícula. Las bractéolas, presentes aún en la base de los ejes terciarios, se muestran extendidas hacia el exterior y desecadas (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003)



Fuente: La Investigación, 2012.

GRÁFICO 5. Estados fenológicos tipo del aguacate “Botones Florales Visible eje terciario D2”

3.11.4.6. Estado E (Botón amarillo)

Los ejes de la inflorescencia están completamente elongados y las flores diferenciadas en los racimos de la panícula. La mayoría de las bractéolas se han desprendido y, si las hay, se encuentran marchitas. Los tépalos de los botones florales son evidentes y presentan sólo en su extremo distal un leve viraje de verde a amarillo; dejan de estar fuertemente unidos (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 6. Estados fenológicos tipo del aguacate “Botón amarillo E”

3.11.4.7. Estado F (Floración)

La antesis de las flores de la panícula se produce de forma escalonada y sincronizada. El estado F se divide a su vez en 10 sub-estados fenológicos donde cada flor realiza dos aperturas, una como estado femenino, expresado con el subíndice f, y desarrollado en 3 sub-estados, y otra en estado masculino, expresado con el subíndice m, y representado por 5 sub-estados diferentes. Entre ambas fases, se produce un cierre intermedio y por último, el cierre definitivo de la flor (subíndice c) (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).

A continuación se describen:

a. Subestado F1f (Flor abriendo en fase femenina)

La antesis de la flor ha comenzado. Los tépalos se abren hasta un ángulo aproximado de 45°. El pistilo, de color blanco-verdoso, se muestra erecto y con el estigma fresco. Los estambres presentan un filamento corto y verde y se encuentran apoyados y protegidos sobre los tépalos. En las anteras blanquecinas se distinguen las valvas cerradas. Los estaminodios, de color amarillo, comienzan a segregar néctar (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 7. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Femenina F 1f”

b. Subestado F2f (Flor abierta en fase femenina)

La flor está completamente abierta. Los tépalos se disponen en un plano perpendicular al eje de la flor. El pistilo continúa erecto con el estigma fresco. Los estambres, más cortos que los tépalos, se muestran flexionados sobre éstos y con las anteras no dehiscidas. Los estaminodios se encuentran erectos y segregan gran cantidad de néctar (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 8. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Femenina F 2f”

c. Subestado F3f (Flor cerrando en fase femenina)

Los estambres con anteras no dehiscidas se levantan e inclinan hacia el centro de la flor hasta tocar el pistilo aproximadamente a un tercio de su longitud. A la par que los estambres, se levantan los estaminodios (que segregan poco néctar) y los nectarios. Un poco más retrasados, los tépalos empiezan a cerrar. El pistilo continúa erecto y el estigma fresco (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



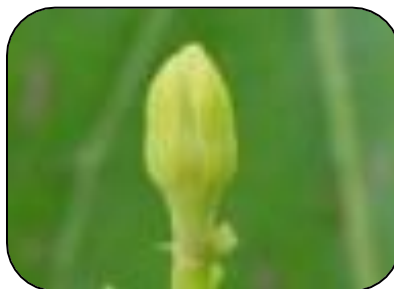
Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 9. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Femenina F 3f”

d. Subestado F1c (Flor cerrada)

Los tépalos están completamente plegados protegiendo en su interior las estructuras reproductivas; En este subestado presentan mayor longitud que antes de su antesis y un leve viraje a amarillo. En la mitad de cada

tépalo se observa un pequeño surco resultado de su plegamiento en la primera apertura (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 10. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F1o”

e. Subestado F1m (Flor abriendo en fase masculina)

La segunda apertura de la flor ha comenzado. Los tépalos más alargados que en la fase anterior abren hasta un ángulo de 45°. El estigma comienza a oscurecerse. Los estambres del verticilo interior se encuentran erectos y alcanzan la altura del pistilo. Los estambres del verticilo exterior acompañan a cada tépalo en la apertura, curvado y distanciado del pistilo. Las anteras aún no están dehiscentes pero se distinguen las valvas de apertura. Los estaminodios y los nectarios se observan frescos aunque segregan poco néctar (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 11. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina 1m”

f. Subestado F2m (Flor abierta en fase masculina. Anteras no dehiscentes)

La flor está abierta. Los tépalos amarillean y alcanzan la perpendicular al eje de la flor. Los estambres del verticilo exterior quedan a un ángulo de 45°. Las anteras continúan cerradas. Los estambres del verticilo interior permanecen unidos al pistilo. El pistilo permanece erecto pero el estigma se ha oscurecido (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 12. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F2m”

- g. Subestado F3m (Flor abierta en fase masculina. Primera dehiscencia)

Las anteras de los primeros estambres abren sus valvas. Los tépalos continúan su despliegue más allá de la perpendicular al eje de la flor. Los nectarios se muestran levantados y segregan gran cantidad de néctar. Los estaminodios comienzan a marchitarse (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 12. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F3m”

- h. Subestado F4m (Flor abierta en fase masculina. Dehiscencia completa)

La flor alcanza la apertura máxima. El verticilo exterior de tépalos se dobla hacia abajo, el verticilo interior permanece perpendicular al eje de la flor. Todos los estambres muestran sus anteras abiertas. El estigma aparece marchito. Los nectarios continúan frescos y segregando néctar. Los estaminodios se desecan (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 13. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F4m”

i. Subestado F5m (Flor cerrando en fase masculina)

La flor está cerrando. Primero se levantan los estambres del verticilo exterior hacia el pistilo y seguidamente los tépalos, ahora amarillos, se pliegan hacia el centro de la flor. El pistilo aparece sinuoso y con el estigma oscuro. Los nectarios han dejado de segregar néctar (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).

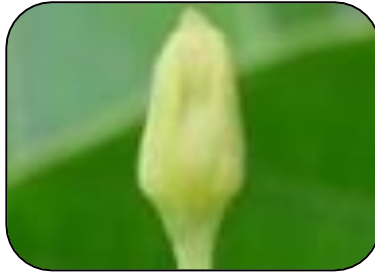


Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 14. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F5m”

j. Subestado F2c (Flor cerrada de forma definitiva)

La flor ha cerrado definitivamente. Los tépalos son largos y muestran en la mitad de su longitud las marcas de las dos aperturas anteriores. En el interior, los estambres han rodeado al pistilo y el ovario queda protegido (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFaguacate.pdf>

GRÁFICO 15. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fase Masculina F2c”

3.11.4.8. Estado G (Marchitez de tépalos)

Los tépalos se marchitan desde el ápice hacia la base. Las flores toman forma cónica. Las piezas verticiladas del interior permanecen agrupadas (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFaguacate.pdf>

GRÁFICO 16. Estados fenológicos tipo del aguacate “Marchitez de tépalos G”

3.11.4.9. Estado H (Cuajado)

El ovario de color verde engrosa en el centro de las flores que han sido polinizadas y fecundadas. El estigma y el estilo desecos aparecen unidos al extremo superior del ovario. Las restantes piezas florales, también marchitas, se abren forzadas por el crecimiento del ovario. Los restos del androceo aún persisten (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 17. Estados fenológicos tipo del aguacate “Cuajado H”

3.11.4.10. Estado I (Fruto tierno)

Los restos de tépalos y androceo se han desprendido y el pedúnculo del fruto ha engrosado. La expansión de la pequeña baya da lugar a un fruto de forma piriforme, globosa u ovalada con un número variable de lenticelas en su epidermis según cultivar (CABEZAS, HUESO, & CUEVAS, 2003).



Fuente: Universidad de Almería <http://www2.larural.es/agrdatos/TempAgr/EFAguacate.pdf>

GRÁFICO 18. Estados fenológicos tipo del aguacate “Fruto tierno I”

Tomando como referencia que la temperatura es uno de los factores que más afectan el desarrollo y crecimiento de las plantas, su efecto puede ser conocido a través de las unidades calor, grados día o unidades térmicas.

3.12. Unidades Calor.

Unidades Calor (UC) O Grados Día (GD), se definen como la integración de la curva de temperaturas ambiental entre las temperaturas crítica máxima y crítica mínima de crecimiento, las cuáles definen el rango de temperatura donde el cultivo se desarrolla adecuadamente, fuera de ese rango, el cultivo detiene su crecimiento o muere (VILLALPANDO J. , 1985).

3.13. **Requerimientos térmicos de las plantas.**

Las plantas en su gran mayoría poseen ya valores fijos y determinados de Unidades Calor para cada una de sus etapas de desarrollo hasta la madurez fisiológica, lo cual le permite estimar la duración de cada estado fenológico de un cultivo como base en la acumulación de Unidades Calor y estimar su fecha aproximada de madurez fisiológica, lo cual permitirá programar las actividades de cosecha apropiadamente (ROMO GONZALES & ARTEAGA RAMÍREZ, 1989).

3.13.1. Constante Térmica.

Es la suma de las temperaturas promedio diarias, desde el momento de la germinación hasta que se logra la madurez (VILLALPANDO J. F., 1991)

Para el caso del aguacate se toma como referencia desde la aparición de brotes en estado vegetativo, inicie sus etapas fenológicas y llegue a la madurez fisiológica de los frutos.

3.14. **Unidades Térmicas.**

Las Unidades Térmicas se refieren a la cantidad de calor acumulado durante un lapso de tiempo de acuerdo a las condiciones ambientales del lugar.

3.15. **Efecto de la Temperatura en la Floración.**

La temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos, que requieren de la acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estado en su ciclo de vida a otro. La medida de este calor acumulado se conoce como Tiempo Fisiológico, y teóricamente involucra la combinación de grados de temperatura, el tiempo cronológico, es siempre el mismo (WMO, 1993). El aguacate, al igual que muchos de los frutales leñosos ve afectado el comportamiento fenológico por la temperatura, si se agrega este efecto, a las peculiares características de las zonas productoras dados por:

- *Altitud con respecto al nivel medio del mar*
- *Arreglo topológico de la huerta con respecto al sol en su trazo y en su posición*
- *Pendiente, tipo y profundidad del suelo*
- *Situación con respecto a los vientos de la tierra caliente*
- *Procedencia del material vegetativo propagado*

Todo este grupo de factores han conformado la gran variación existente en el desempeño fenológico de las huertas del estado. En una misma huerta, se puede tener uniformidad en dos o tres factores pero como el último factor generalmente no es uniforme, la respuesta de la planta es

también diferente, pudiendo adelantar o retrasar o simplemente no presentarse una condición fenológica dada (REYES SÁENZ, 2011).

3.16. Cálculo de Unidades Térmicas.

Durante varios años, muchos investigadores han venido evaluando y probando métodos tanto para medir las unidades calor, estimar las unidades térmicas y de esta manera estimar épocas de cosecha, mediante la toma de datos de temperatura diarios como la formulación de ecuaciones que les permitan obtener datos más exactos además de considerara las temperaturas más apropiadas para cada estado fenológico de las plantas.

El método más utilizado es:

3.16.1. Método Residual.

Para la utilización de este método se requieren datos de temperaturas máxima y mínima además de una temperatura base de acuerdo a la especie a estudiar, ya que éste es el valor que nos da una referencia con la cual la planta continúa su crecimiento y desarrollo o se detiene (WOLSTENHOLME & WHILEY, 1990).

Por lo que la fórmula para calcular las unidades térmicas mediante este método es el siguiente:

$$UT = \sum_{i=1}^n \frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_{base} = K$$

Donde:

U.T = Unidades Térmicas o Grados día necesarios para alcanzar una fase fenológica.

T max = Temperatura máxima diaria

T min = Temperatura mínima diaria

T base = Temperatura base

Σ = Sumatoria

i = días

K = Constante térmica o requerimiento térmico de una etapa o de todo el ciclo de un cultivo o insecto.

Por lo que partiendo del método residual la fórmula de grados día se la expresa de la siguiente manera:

$$GD = \sum_{i=1}^n T_p - T_b i$$

Donde:

i = días

T_p = Temperatura promedio diaria

T_b = Temperatura base (°C), considerando como cero fisiológico (10 °C), temperatura bajo el cual el desarrollo se detiene.

4. UBICACIÓN.

La presente investigación fue realizada en dos localidades de la provincia de Pichincha mismas que difieren en altitud, estas son:

Cuadro 7. Ubicación político Territorial, geográfica y condiciones agroecológicas de las dos localidades en estudio.

		LOCALIDAD 1	LOCALIDAD 2
UBICACIÓN POLITICO TERRITORIAL	Provincia	Pichincha	Pichincha
	Cantón	Quito	Quito
	Parroquia	Tumbaco	San José de Minas
	Comunidad		Ascilla
	Lugar	Granja experimental INIAP Tumbaco	Propiedad del Sr. Silvio Carrión (Productor aguacatero)
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	Altitud	2348 msnm	1850 msnm
	Longitud	78° 24' 00'' O	78° 25' 26'' O
	Latitud	00° 13' 00'' S	00° 06' 20'' N

	Distancia desde Quito	14 Km	28 Km
	Ubicación en el Cantón	Lado Oriental	Zona nor central
CONDICIONES AGROECOLÓGICAS	Clima	Cálido	Sub tropical húmedo
	Precipitación media anual (mm)	800	600
	Temperatura promedio (°C)	17.2	18
	Humedad relativa (%)	75,23	87
	Zona ecológica	Bosque seco montano bajo (bsMb).	Bosque seco montano bajo (bsMb).
SUELOS	Textura	Franco arenoso	Franco arenoso
	pH	6,4	6
	Topografía	Plana	Irregular
	Materia orgánica (%)	3,96	1,5

Fuente: INAMHI 2005. Boletín meteorológico. Quito. Cañadas 2003.
Elaborado por: FLORES, J 2013.

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Materiales.

La presente investigación estuvo conformada por dos experimentos mismos que fueron realizados en dos localidades de la provincia de Pichincha para los que se utilizaron los siguientes materiales de campo:

5.1.1. Materiales de Campo

- Árboles de aguacate de las variedades Fuerte y Hass (Brotos tiernos y maduros)
- Tijeras de Podar
- Libreta de campo
- Etiquetas
- Herramientas de campo
- Abono orgánico

- Cámara fotográfica.
- Agroquímicos (Fertilizantes Químicos, Insecticidas y Fungicidas)
- Estación meteorológica.
- Termómetro automatizado HOBO Pro (Onset Computer).
- Calibrador digital
- Balanza analítica de precisión

5.1.2. Materiales de Oficina

Los materiales de oficina necesarios para llevar a cabo esta investigación fueron:

- Computador
- Paquetes estadísticos (Infostat)
- Impresora
- Material de oficina

5.2. Métodos

5.2.1. Diseño Experimental.

5.2.2. Tipo de Diseño Experimental.

El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones (Estratos) con arreglo factorial A x B (Variedades x Localidades).

5.2.3. Factores en estudio.

Los factores en estudio para esta investigación fueron:

- a. Variedades.
 - Hass (H x G) (V1)
 - Fuerte (G) (V2)
- b. Localidades.
 - Tumbaco (L1)
 - San José de Minas (L2)

5.2.4. Tratamientos

Los tratamientos evaluados para cada una de las localidades fueron.

CUADRO 8. Tratamientos en estudio por localidad.

N° Tratamiento	Descripción	Código
1	Variedad Hass (Híbrido por selección de la raza Guatemalteca).	V 1
2	Variedad Fuerte (Híbrido natural de Mexicano x Guatemalteca).	V 2

Fuente: FLORES, J 2013.

5.2.5. Unidad Experimental y Parcela Neta

- La unidad experimental para cada una de las localidades estuvo conformada por un árbol.
- La parcela neta estuvo constituida por 3 brotes en estado vegetativo y 3 brotes en estado floral, uno por cada estrato alto, medio y bajo.

5.2.6. Análisis Estadístico.

Esquema del Análisis de Varianza

CUADRO 9.Esquema del Análisis de Varianza.

Fuentes de Variación	Grado de libertad
Total	11
Localidades	1
Variedades	1
Interacción	
Variedades x localidades	3
Error Experimental	6

Fuente: FLORES, J 2013.

5.2.7. Variables y Métodos de Evaluación

5.2.7.1. Inicio de Floración (días, Unidades Calor).

En los brotes en estado vegetativo se contaron los días a partir de su brotación, hasta que este definió sus yemas e inicio a determinarse sus fases fenológicas y la yema estuvo en estado C (Aparecen las Inflorescencias).

En los brotes en estado floral se contaron los días a partir de que la yema estuvo en estado A (Yema en Latencia), hasta que en esta luego de haber definido sus inflorescencias en cada una de ellas se encontró una primera flor abierta, se consideró flor abierta cuando está tenía todos sus pétalos separados, estado E (Botón amarillo)

Una vez obtenidos estos dos datos se procedió a sumar y definir el tiempo acumulado y por fase fenológica para que una yema vegetativa desarrolle y de inicio a un nuevo ciclo reproductivo.

La determinación de unidades calor acumulado se la realizó en el mismo periodo de tiempo, se registró las temperaturas con un termómetro automatizado HOBO Pro (Onset Computer), se realizó el cálculo diariamente mediante la siguiente fórmula:

$$GD = \sum_{i=1}^n T_p - T_b \ i$$

Donde:

i = días

T_p = Temperatura promedio diaria

T_b = Temperatura base (10 °C), bajo el cual el desarrollo se detiene.

Ejemplo.

$$GD = 16 - 10$$

GD = 6 UC, acumuladas en un día.

5.2.7.2. Plena Floración (días, Unidades Calor).

A partir de la identificación de la primera flor abierta en las diferentes inflorescencias de los brotes florales seleccionados se contaron cuantos días más requiere el brote para abrir el 50 % de flores en cada inflorescencia, se sumaron los días de la fase vegetativa y los días para que los brotes florales alcancen la plena floración.

En los brotes florales seleccionados se procedió a contar los días requeridos para que esta yema cambie de estado E a estado F, que es cuando se produce la plena floración.

A las unidades calor acumulado se las obtuvo mediante los datos diarios de temperaturas registradas con un termómetro automatizado HOBO Pro (Onset Computer) y se las definió mediante la fórmula de grados día, de acuerdo al tiempo que esta requirió, a partir de que en estas se encontró una flor abierta hasta que en las inflorescencias se obtuvo el 50 % de flores abiertas.

5.2.7.3. Flores por inflorescencia (Número)

Se contó las flores en cada una de las inflorescencias de los brotes florales seleccionados una vez que estos completaron sus fases fenológicas y llegaron hasta la plena floración, es decir cuando el 50% de flores estuvieron abiertas.

5.2.7.4. Inicio de cuajado de frutos (días, Unidades Calor)

Los días requeridos para que se lleve a cabo la fase fenológica de cuajado de frutos o estado H, fueron determinados en los brotes florales seleccionados, a partir la aparición de la primera flor hasta la identificación del primer fruto visible. Se considera fruto visible cuando todos los tépalos se han desprendido del fruto, luego se sumaron los días requeridos para que una yema en estado vegetativo se desarrolle e inicie una nueva etapa reproductiva y de esta manera determinar los días acumulados requeridos a partir de la formación de un brote vegetativo y llegue a cuajado de los frutos.

Para la determinación las unidades calor acumulado se registró las temperaturas diarias mediante un termómetro automatizado HOB0 Pro (Onset Computer), y con la fórmula de Grados día se determinó el requerimiento para esta fase fenológica a partir de la fase vegetativa, hasta la aparición de los primeros frutos visibles (Cuajados).

5.2.7.5. Fruto cuajados por inflorescencia (%)

Se procedió a contar los frutos cuajados de cada uno de los brotes florales seleccionados por inflorescencia, variedad y localidad para en relación al número de flores determinar el porcentaje de frutos cuajados.

5.2.7.6. Inicio de cosecha (días, Unidades Calor)

En los brotes florales seleccionados y en cada uno de los estratos se procedió a contabilizar los días a partir del cuajado de frutos estado H, hasta la madurez fisiológica de los frutos. En la variedad Fuerte se considera madurez fisiológica cuando el verde se torna pálido y el fruto ha perdido su brillo y en la variedad Hass el fruto toma un verde oscuro pardo.

En los brotes en estado vegetativo, se contabilizó los días a partir del inicio de la brotación hasta que en este se presentaron las primeras fases fenológicas, luego se sumó los días de los brotes florales y vegetativos y se determinó el acumulado.

A la par de la determinación de los días a la cosecha se realizó el cálculo de unidades calor en base a las temperaturas diarias registradas con el termómetro automatizado HOB0 Pro (Onset Computer), y mediante el uso de la fórmula de grados día la cantidad de unidades calor acumulado.

5.2.7.7. Duración de la Cosecha (días, Unidades calor).

Se contó los días necesarios a partir de la cosecha del primer fruto en madurez fisiológica hasta la cosecha del último fruto.

Simultáneamente al conteo de días a la madurez fisiológica se realizó el cálculo de unidades calor, para ello se registraron las temperaturas diarias con el termómetro automatizado HOBO Pro (Onset Computer), y mediante la fórmula de Grados día se determinó las unidades calor requeridas a partir de que en los brotes florales se cosecharon los primeros frutos en madurez fisiológica y en estos a su vez se cosechó el último fruto.

5.2.7.8. Número y porcentaje de frutos cosechados

Para determinar el número de frutos cosechados se procedió en los diferentes racimos a contabilizar el número de frutos cuando estos alcanzaron la madurez fisiológica. El porcentaje se obtuvo relacionando la cantidad de frutos recolectados y el número total de flores iniciales por inflorescencias por variedad, estrato y localidad.

5.2.7.9. Peso del fruto (g)

De los frutos cosechados se procedió a tomar 5 frutos por variedad y localidad, de estos se sacó un promedio y de acuerdo a la escala (Cuadro 10) para variedades Hass y Fuerte determinada por la normativa Ecuatoriana (INEN), clasificarlos. Los frutos fueron pesados con la balanza analítica.

CUADRO 10. Calibres de dos Variedades de aguacate (*Persea americana* Mill).

Calibre	Masa Unitaria (g)	
	Variedad Hass	Variedad Fuerte
A (Grande)	> 250	> 350
B (Mediano)	180 – 250	225 – 350
C (Pequeño)	< 180	< 225

Fuente: INEN 2009. Normativa Técnica 1755 Frutas Frescas, Aguacate, Requisitos. Quito

5.2.7.10. Diámetro y longitud del fruto

De los mismos frutos cosechados y pesados se procedió a medir con el calibrador digital tanto el diámetro polar y el diámetro ecuatorial para de esta manera clasificarlos de acuerdo al tamaño.

5.2.7.11. Prueba de significancia

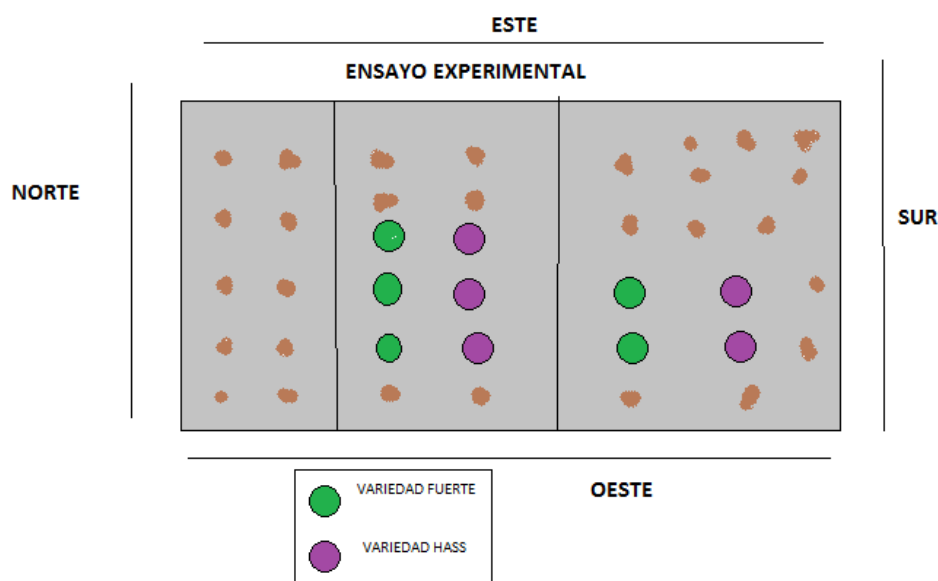
Para la determinación de la significancia estadística fue necesario calcular los días y las unidades calor acumuladas para cada fase fenológica, los datos fueron analizados estadísticamente mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones.

Posteriormente se realizó un análisis combinado (A x B) Variedades x Localidades de las variables de estudio, para conocer el comportamiento de las plantas a través del tiempo.

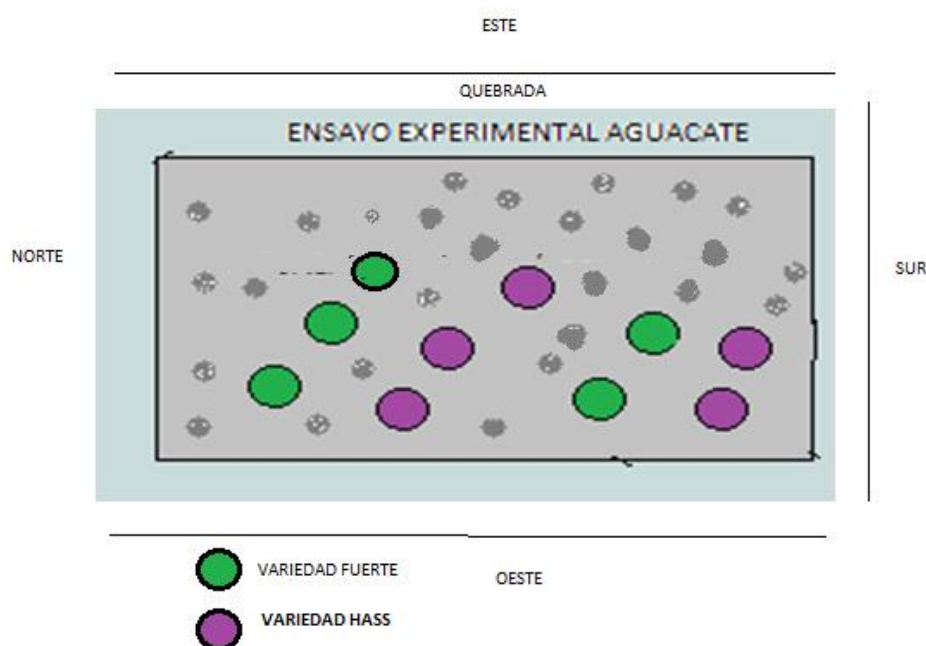
En base a la significancia obtenida en los análisis de varianza se procedió a realizar pruebas de medias correspondientes utilizando la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95% ($\alpha=0.05$), usando el paquete de diseños experimentales Infostat, versión 2011.

5.3. Croquis del experimento.

Croquis del ensayo experimental en la Granja Experimental del INIAP Tumbaco.



Croquis del Ensayo experimental en la Granja productiva del Sr. Silvio Carrión en San José de Minas.



6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.

6.1. Selección de árboles y brotes.

En cada una de las localidades se seleccionaron 10 árboles de aguacate (*Persea americana* Mill.), 5 de la variedad Fuerte y 5 de la variedad Hass, de manera que el uno este junto al otro. En cada uno de los huertos se realizó la selección tomando en cuenta el estado sanitario es decir que no presente síntomas de enfermedades o haya la presencia de plagas y uniformidad de los árboles, luego se dividió a cada uno de los árboles en tres estratos: alto, medio y bajo en donde se escogieron dos brotes para cada uno de los estratos, uno que fue podado para determinar el tiempo requerido y las unidades calor acumuladas a partir de la brotación y formación de una nueva ramilla en estado vegetativo hasta que en esta se dé inicio a los procesos fenológicos reproductivos y otro brote cuya fase reproductiva estaba a punto de iniciar para determinar el tiempo requerido y las unidades calor acumuladas a partir de la floración hasta llegar a la cosecha de frutos en madurez fisiológica.

6.2. Marcación de árboles y brotes

Los arboles seleccionados se los marcó con etiquetas amarillas para su registro y a los brotes se los marcó con etiquetas blancas previamente identificadas con sus

respectivos códigos para un manejo adecuado y registro de datos exactos, se marcaron en total 6 brotes por árbol, uno para tener la referencia de fase vegetativa y otro para tener referencia de los eventos fenológicos reproductivos.

6.3. Manejo Agronómico.

En cada uno de los sitios experimentales se realizaron labores culturales, de forma equitativa para de esta manera mantener en equilibrio al cultivo. Se realizó la apertura de coronas para la aplicación de fertilizantes químicos (Urea, 10 -30 – 10, Sulfato de azufre, Muriato de potasio, Fitogrob, Ridomil, Boro) y materia orgánica (humus, Bioenergía), la aplicación de fertilizantes se realizó tanto a nivel radicular, como por vía foliar. Para realizar la fertilización se partió del resultado de análisis de suelo, calculando de acuerdo a los requerimientos la cantidad faltante para la aplicación, a este resultado se lo dividió en tres, para de acuerdo al estado del cultivo realizar las aplicaciones pertinentes, en cada una de las aplicaciones al suelo se uso urea 150 gr, 10-30-10 100 gramos, y Muriato de potasio 60 gramos, por planta, y para cada aplicación. Según el cronograma con el que se trabajó se realizaron las fertilizaciones al suelo en las dosis antes mencionadas y para la aplicación por vía foliar se utilizó fitogrob 1cc x litro, boro 1cc x litro y Bioenergía 2,5cc x litro, en estas aplicaciones se incluía insecticidas y fungicidas compatibles a los fertilizantes como preventivos para plagas y enfermedades.

Se tuvo que hacer aplicaciones cada 15 días ya que tanto Tumbaco como en San José de Minas, ya que debido al extenso verano que se tuvo en el año 2012 tuvimos el ataque masivo de Polillas (*Stenoma catenifer* Walsingham) y Chinchas (*Antiteuchus tripterus*, Fabriciu), para el control de estos insectos se utilizo abamectina, en dosis de 1cc por litro..

Con respecto a los riegos se realizaba una vez por semana para las dos localidades, los riegos se realizo con mangueras en una proporción de 100 litros por planta para que esta pueda tener lo suficiente y evite que se estrese y cumpla sus funciones fisiológicas adecuadamente.

6.4. Registro de datos.

Para la determinación del tiempo requerido a partir de la fase vegetativa, se tomó datos con un lapso de 15 días y para la fase reproductiva se registraron los datos cada 3 o 5 días en cada uno de los sitios experimentales, para las primeras fases luego en

la etapa de floración se realizó un registro diario en la localidad de Tumbaco y en San José de Minas cada 3 días y para las última fase se recogieron los datos cada 15 días para determinar el tiempo exacto que requieren los brotes de aguacate para cumplir con sus fases fenológicas.

Para la recolección de los datos se diseñaron tablas tanto para la fase vegetativa como floral, para de esta manera verificar exactamente los días en los que se producían los cambios fenológicos. Para los datos de temperatura se utilizaron estaciones meteorológicas. Para el caso de Tumbaco la estación meteorológica era fija, en la que se obtenía datos de: Temperatura, Humedad relativa, Precipitación y Luminosidad, para San José de Minas, se utilizó un termómetro automatizado HOBO Pro (Onset Computer), el cual nos permitía registrar información únicamente de temperatura y humedad relativa, estas dos equipos ayudaron a registrar los datos en un intervalo de tiempo de 30 minutos, cada 15 días se procedió a descargar la información, para tabular y determinar las temperaturas máximas, mínimas y promedio por cada día.

6.5. Determinación de Unidades Calor.

Las unidades calor acumuladas (UC), durante el día se calcularon considerando como temperaturas mínimas críticas aquellas menores o iguales a 10 ° C y multiplicado por 1 para estimar las UC acumuladas durante un día entre los registros de temperatura, para ello se utilizó la siguiente fórmula o ecuación.

$$GD = \sum_{i=1}^n (T_p - T_b)i$$

Dónde:

i = Días

T_p = Temperatura promedio diario.

T_b = Temperatura base, bajo la cual el desarrollo se detiene (10°C).

Durante el desarrollo del estudio se registraron también observaciones generales sobre características climatológicas o de manejo que pudieran ser relevantes a para la comprensión del desarrollo de las yemas (aparición de flujos regulares y adicionales a los estacionarios, como la flor loca, caída de flores o frutos y podas.

7. RESULTADOS.

Para determinar la manifestación de los principales estados fenológicos, cuyo objetivo se planteó en la investigación, se discuten los resultados en base al tiempo y Unidades Calor (UC), que requirieron acumular las dos variedades de aguacate evaluadas en cada uno de sus estados fenológicos a partir del estado vegetativo hasta llegar a la madures fisiológica, variables agronómicas como pesos, longitud y diámetro de la fruta.

Etapas fenológicas considerando las unidades de evaluación (días y UC) de las variables acumuladas.

7.1. Inicio Floración

En el análisis de varianza (Cuadro 11), para inicio de floración (días y UC) presenta diferencias altamente significativas entre variedades, localidades y para la interacción variedades x localidades. Los coeficientes de variación para esta variable evaluadas en días y unidades calor es de 1.03 y 0.73% respectivamente, que se encuentran dentro de los márgenes aceptables para investigaciones de campo.

Las diferencias obtenidas para la variable inicio a la floración entre variedades, se debe al origen de los parentales ya que a pesar de ser similares su procesos de hibridación es diferente mismo que ocasiona que se den diferencias en el comportamiento fisiológico de la planta, dichos resultados son corroborados por lo obtenidos por (AVILAN & RODRÍGUEZ, 1993), en el que se menciona que los materiales de los grupos Mexicano y Antillano, como sus híbridos interraciales con el grupo Guatemalteco, son más precoces en el proceso de de floración.

CUADRO 11. Análisis de Varianza para la variable Inicio de Floración (días y UC) de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIO	
		Inicio Floración (días)	Inicio Floración (UC)
Variedades	1	1653,7 **	9201,94 **
Localidades	1	2628,78 **	63749,59 **
Repeticiones	2	4,84 ^{ns}	869,46 ^{ns}
Variedades x Localidades	1	0,91 ^{ns}	9415,84 **
Error	6	9,73	335,71
C.V. (%)		1,03	0,73

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Los promedios en días y UC, desde la brotación de yemas hasta Inicio de Floración se presentan en el Cuadro 12, donde la variedades Hass y Fuerte en Tumbaco presenta los mayores promedios (305.6 y 329.63 días) respectivamente, frente a los obtenidos en la localidad de San José de Minas (276,6 Y 299,4 días), esto muestra que las dos variedades tienen un comportamiento más tardío, que se debe principalmente a las menores temperaturas y luminosidad que San José de Minas, debido a que se encuentra a mayor altitud (2390 msnm). Este mismo comportamiento se aprecia cuando se evalúa el inicio de floración a través de las unidades calor (2539.3 y 2650.7 UC) respectivamente.

CUADRO 12. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para la variable Inicio de Floración (días y UC) de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	LOCALIDADES	Inicio Floración (días)	Inicio Floración (UC)
HASS	TUMBACO	305,6 b	2449,6 c
	SAN JOSÉ DE MINAS	276,6 a	2539,3 b
FUERTE	TUMBACO	329,6 c	2448,9 c
	SAN JOSÉ DE MINAS	299,4 b	2650,7 a

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el Cuadro 13, se muestran los promedios de las relaciones UC/día, por cada interacción (Localidad x Variedad).

CUADRO 13. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de Floración de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIÓN (UC/días)	REPETICIONES		
	I	II	III
L1V1	8,03	7,87	8,06
L1V2	7,14	7,12	7,45
L2V1	9,30	9,26	9,24
L2V2	8,94	8,85	8,84

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

V1L1: Variedad Hass x Localidad Tumbaco
V1L2: Variedad Hass x Localidad San José de Minas.
V2L1: Variedad Fuerte x Localidad Tumbaco
V2L2: Variedad Fuerte x Localidad San José de Minas.

En el cuadro 14 se presenta el análisis de varianza para la relación UC/días, para cada interacción para la variable inicio a la floración, en el que se observa alta significancia estadística para las relaciones y un coeficiente de variación de 1,26%, mismo que da confiabilidad a los datos obtenidos en campo.

CUADRO 14. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de Floración en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO
		Inicio Floración
RELACIÓN (UC/días)	3	2,49 **
REPETICIONES	2	0,02
ERROR	6	0,01
C.V. %	1,26	

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el Cuadro 15, se muestra los resultados de la prueba de Tukey al 5% para los promedios de la relación entre UC/días, en el que se puede apreciar cuatro rangos. La interacción V1L2 se ubica en el rango "a", con un valor de 9,27 UC/día, mientras que la interacción V2L1 con un promedio de 7,24 UC/día, se encuentra en el último rango "d". Las variaciones obtenidas en las interacciones se deben a que entre las dos localidades existe una diferencia de 4°C, de este modo los resultados obtenidos concuerdan con la investigación de (CRAUFURD & WHEELER, 2009), en donde se afirma que la temperatura es un factor determinante de la tasa de desarrollo de la planta y por el cambio climático las temperaturas más cálidas pueden acortar las etapas de desarrollo de determinados cultivos.

CUADRO 15. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable a la floración en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIÓN (UC/días)	MEDIAS
V1L2	9,27 a
V2L2	8,88 b
V1L1	7,99 c
V2L1	7,24 d

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

V1L1: Variedad Hass x Localidad Tumbaco
V1L2: Variedad Hass x Localidad San José de Minas.
V2L1: Variedad Fuerte x Localidad Tumbaco
V2L2: Variedad Fuerte x Localidad San José de Minas.

7.2. Plena floración.

El análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 16 para plena floración (días y UC), permite detectar diferencias altamente significativas para variedades, localidades y la interacción de variedades x localidades. Los coeficientes de variación para días y unidades calor están comprendidos entre 1,26 y 0,69 %.

CUADRO 16. Análisis de Varianza para la variable Plena Floración (días y UC) de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIO	
		Plena Floración (días)	Plena Floración (UC)
Variedades	1	1984,81 **	9558,11 **
Localidades	1	2541,3 **	65373,52**
Repeticiones	2	0,61 ^{ns}	883,52 ^{ns}
Variedades x Localidades	1	1,9 ^{ns}	9062,35**
Error	6	15,15	313,69
C.V. (%)		1,26	0,69

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el Cuadro 17 se presentan los promedios y pruebas de Tukey al 5% para este carácter en cada una de las localidades analizadas, en los cuales se encuentra tres rangos de significación estadística, colocándole a la variedad Hass en San José de Minas en el primer rango "a" con un valor de 282,5 días, mientras que en el último rango "c", se le asigna a la variedad Fuerte en Tumbaco con un valor de 337,3 días. Para las unidades calor se puede apreciar de igual forma tres rangos ubicándole a la variedad Fuerte en el primer rango de significancia "a" con un valor de 2705,7 UC, mientras que el tercer rango "c", lo ocupa la variedad Hass en Tumbaco con un valor de 2501,7 UC.

Las variaciones ocurridas en esta fase fenológica entre localidades, se debe en gran medida a las condiciones ambientales, entre las que se puede mencionar a factores como temperaturas diurnas y nocturnas que se presentaron en esta fase fenológica es así que en San José de Minas se tuvo temperaturas nocturnas de 12 °C y diurnas de 32 °C, mientras que en Tumbaco fueron inferiores tanto en el día como en la noche (9 y 26 °C), respectivamente, por lo que los resultados obtenidos para la floración concuerdan con lo reportados por (DIXON & SHER, 2002) en el que afirman que el proceso de sincronía en la floración es altamente sensible a la temperatura, temperaturas superiores a 20 °C son favorables para el proceso de polinización, mientras que noches frías retrasan e inhiben la fase femenina en incluso se puede

afectar la sincronía de las fases, por lo que la apertura floral puede ser retrasada desde minutos hasta varias horas debido a bajas temperaturas.

CUADRO 17. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para la variable Plena Floración (días y UC) de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	LOCALIDADES	Plena Floración (días)	Plena Floración (UC)
HASS	TUMBACO	310,8 b	2501,7 c
	SAN JOSÉ DE MINAS	282,5 a	2594,3 b
FUERTE	TUMBACO	337,3 c	2503,2 c
	SAN JOSÉ DE MINAS	307,4 b	2705,7 a

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el Cuadro 18, se muestran los promedios de las relaciones UC/día, por cada interacción (Localidad x Variedad).

CUADRO 18. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Plena Floración de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIÓN (UC/días)	REPETICIONES		
	I	II	III
L1V1	8,04	8,03	8,07
L1V2	7,32	7,30	7,65
L2V1	7,90	7,32	7,17
L2V2	7,84	6,60	6,61

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013
Variedad 1 = Hass (V1)
Variedad 2 = Fuerte (V2)
Localidad 1= Tumbaco (L1)
Localidad 2 = San José de Minas (L2)

El análisis de varianza para la relación UC/días Cuadro 19, presenta diferencias estadísticas altamente significativas para relaciones, mientras que no se presentaron diferencias significativas para repeticiones.

El coeficiente de variación fue de 1,27%.

CUADRO 19. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Plena Floración en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO
		Plena Floración
RELACIONES	3	2,40 **
REPETICIONES	2	0,01
ERROR	6	0,01
C.V. %	1,27	

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En la prueba de Tukey al 5% para relación UC/días, para la variable plena floración, para el factor "Interacciones", (Cuadro 20) se presentaron cuatro rangos. En el rango "a" se ubica la relación UC/días de la interacción "V1L2" con valor promedio de 9,26 UC/día, mientras que en el rango "d" se ubica el factor "V1L1" con valor de 8,83 UC/día y "V2L1", con valor de 7,24 UC/día, estos valores nos indican además que en la dos localidades Tumbaco y San José de Minas la variedad Hass acumula más unidades calor por día.

CUADRO 20. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable plena floración en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIÓN (UC/días)	MEDIAS	RANGOS
V1L2	9,26	a
V2L2	8,83	b
V1L1	8,03	c
V2L1	7,24	d

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013
Variedad 1 = Hass (V1)
Variedad 2 = Fuerte (V2)
Localidad 1= Tumbaco (L1)
Localidad 2 = San José de Minas (L2)

7.3. Flores por Inflorescencia.

El análisis de varianza para número de flores por inflorescencia evaluadas en dos localidades Cuadro 21, presenta diferencias significativamente estadísticas para variedades. Los coeficientes de variación se encuentran en un rango de 4,72 %, para esta variable, dando confiabilidad a los datos obtenidos en campo.

CUADRO 21. Análisis de varianza para la variable número de flores por inflorescencia en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

CUADRADO MEDIO		
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	# Flores x Inflorescencia
Variedades	1	5,6 *
Localidades	1	2,08 ^{ns}
Repeticiones	2	0,88 ^{ns}
Variedades*Localidades	1	1,47 ^{ns}
Error	6	0,45
C. V. (%)		4,72

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Los promedios y pruebas de Tukey al 5%, Cuadro 22, para esta variable presentan dos rangos de significancia estadística, ubicándola a la variedad Hass en el rango "a" con un promedio de 14,88 flores por inflorescencia, en comparación a la variedad Fuerte que ocupa el segundo rango "b" con un promedio de 13,52 flores por inflorescencia.

La significancia estadística obtenida para variedades se debe a cantidad de flores que puede producir un árbol de aguacate es así que los resultados obtenidos concuerdan con lo reportado por (GOLDSCHMIDT & GOLOMB, 1982), quienes señalan que el aguacate en la variedad Hass, se ha encontrado que un árbol puede llegar a producir hasta 2 millones de flores, mientras que la variedad Fuerte tan solo puede llegar a producir un millón de flores.

CUADRO 22. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para la variable número de flores por inflorescencia en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

Variedades	Medias
Hass	14,88 a
Fuerte	13,52 b

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

7.4. Inicio de Cuajado de Frutos.

El Cuadro 23, muestra el análisis de varianza para la variable inicio de cuajado de frutos, obteniéndose alta significancia estadística para variedades y localidades evaluada en días y unidades calor. En la interacción de variedades por localidades se obtuvo alta significancia estadística solo en la medición de unidades calor.

Los coeficientes de variación para esta variable están dentro de 0,56% (días) y 0,88% (UC), los cuales dan confiabilidad a los datos obtenidos en campo mediante el uso de este diseño estadístico.

CUADRO 23. Análisis de Varianza para la variable Inicio de Cuajado (días y UC) de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIO	
		Inicio Cuajado (días)	Inicio Cuajado (UC)
Variedades	1	2420,25**	195518,95**
Localidades	1	7332,94**	11752,52**
Repeticiones	2	6,33 ^{ns}	284,48 ^{ns}
Variedades x Localidades	1	6,96 ^{ns}	14813,62 **
Error	6	3,9	664,26
C.V.(%)		0,56	0,88

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Los promedios y pruebas de Tukey al 5% Cuadro 24, muestran para días cuatro rangos de significancia estadística, ubicándola en el rango "a" a la variedad Hass en la localidad San José de Minas con un promedio de 310,5 días para alcanzar esta fase fenológica, frente a la misma variedad en la localidad Tumbaco que completa la misma fase fenológica en 361,5 días, pero requiriendo acumular 2867,7 Y 2734,9 UC, respectivamente en cada localidad, estos resultados se pueden corroborar con aquellos obtenidos por (AVILAN & RODRÍGUEZ, 1993), en el mencionan que los

materiales de los grupos Mexicano y Antillano para completar su ciclo de fructificación requieren entre 1963 y 2852 grados-día; los Guatemaltecos entre 3848 y 4254 grados-día, mientras que los híbridos interracial es valores intermedios.

CUADRO 24. Promedios y Pruebas de Tukey (5%), para la variable inicio de cuajado de frutos (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	LOCALIDADES	Inicio Cuajado (días)	Inicio Cuajado (UC)
HASS	TUMBACO	361,5 c	2734 9 c
	SAN JOSÉ DE MINAS	310,5 a	2867,7 b
FUERTE	TUMBACO	388,4 d	3060,4 a
	SAN JOSÉ DE MINAS	340,3 b	3052,7 a

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el cuadro 25, se muestran los promedios de las relaciones UC/día, para cada una de las interacciones, para la variable inicio de cuajado de frutos.

CUADRO 25. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de cuajado de Frutos en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIÓN (UC/días)	REPETICIONES		
	I	II	III
L1V1	7,54	7,56	7,59
L1V2	7,90	7,87	7,87
L2V1	7,31	6,50	6,86
L2V2	8,07	8,31	7,32

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013
Variedad 1 = Hass (V1)
Variedad 2 = Fuerte (V2)
Localidad 1= Tumbaco (L1)
Localidad 2 = San José de Minas (L2)

El análisis de varianza (Cuadro 26), para la relación entre unidades calor y días (UC/días), presenta diferencias estadísticas altamente significativas para el factor interacciones.

El coeficiente de variación fue de 1,27%.

CUADRO 26. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de cuajado de frutos en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	DE GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO
		Cuajado de frutos
RELACIONES	3	3,37 **
REPETICIONES	2	0,05
ERROR	6	0,08
C.V. %	1,27	

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En la prueba de Tukey al 5% para la relación UC/días al inicio de cuajado de frutos, (Cuadro 27), presenta dos rangos de significancia estadística; en el rango "a" se ubicó las interacciones entre los factores variedad Hass y Fuerte en la localidad 2 (San José de Minas), con un valor de 9,43 y 8,99 UC/días respectivamente, mientras que en el rango "b" se ubicaron la interacciones de variedad Hass y Fuerte en la localidad 1 (Tumbaco) con un valor de 7,55 y 7,27 UC por día.

CUADRO 27. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para inicio de cuajado de frutos en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIONES (UC/días)	MEDIAS	RANGOS
V1L2	9,43	a
V2L2	8,99	a
V1L1	7,55	b
V2L1	7,27	b

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013
Variedad 1 = Hass (V1)
Variedad 2 = Fuerte (V2)
Localidad 1= Tumbaco (L1)
Localidad 2 = San José de Minas (L2)

7.5. Frutos Cuajados por Inflorescencia.

En el Cuadro 28 se presenta el análisis de varianza para frutos cuajados por inflorescencia en el que se puede observar que no existe significancia estadística para ningún factor. El coeficiente de variación fue de 18,14%, lo cual da fiabilidad a los datos obtenidos en campo.

La no significancia estadística quizá se deba a lo reportado por (GARDIAZABAL & ROSENBERG, 1990) en el que se indica que el aguacate cultivar Hass, se ha encontrado árboles que pueden llegar a producir hasta 2 millones de flores, más de mil veces la cantidad de frutos que puede soportar, pero se ha estimado que únicamente llegan a cuajado entre el 0,001% y 0,1%.

El bajo porcentaje de cuajado de frutos de aguacate ha sido explicado por la competencia entre flujos de crecimiento vegetativo y reproductivo, el alto gasto energético para la producción del fruto (WHYLEY, CHAPMAN, & SARANAH, 1988).

CUADRO 28. Análisis de Varianza (días y UC), para la variable frutos cuajados por inflorescencia de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

CUADRADO MEDIO		
Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Frutos cuajados por Inflorescencia
Variedades	1	0,33 ^{ns}
Localidades	1	0,27 ^{ns}
Repeticiones	2	0,12 ^{ns}
Variedades*Localidades	1	0,37 ^{ns}
Error	6	0,09
C. V. (%)		18,14

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

7.6. Inicio de Cosecha

En análisis de varianza para inicio de cosecha (días y UC), Cuadro 29, muestra alta significancia estadística para variedades, localidades y la interacción entre variedades y localidades, con un coeficiente de variación del 2,69 y 1,19 %, respectivamente, mismos que dan confiabilidad a los datos obtenidos en campo mediante el uso de este diseño estadístico.

CUADRO 29. Análisis de Varianza (días y UC), para la variable Inicio de Cosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIO	
		Inicio Cosecha (días)	Inicio Cosecha (UC)
Variedades	1	847,56	1099,78
Localidades	1	32444,88**	68227,95**
Repeticiones	2	316,53 ^{ns}	339,36 ^{ns}
Variedades x Localidades	1	80,55 ^{ns}	19564,92*
Error	6	169,29	2531,24
C.V.(%)		2,69	1,19

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Los promedios y pruebas de Tukey 5% (días y UC), Cuadro 30, muestran dos rangos de significancia estadística, ubicándoles a la variedad Hass y Fuerte en San José de Minas con los mejores promedios (442,3 y 420,3 días), frente a los obtenidos en Tumbaco (541,1 y 529,5 días), para unidades calor en Tumbaco la variedad Hass y Fuerte se ubican en el primer rango "a", con valores de (4262,1 y 4323,6 UC), respectivamente y la variedad Hass en San José de Minas (4192 UC), mientras que la variedad Fuerte en San José de Minas se ubica en el último rango "b", con (4092,1 UC), estos resultados son ratificados, con los obtenidos por (AVILAN & RODRÍGUEZ, 1993) , en el que señalan que los materiales de los grupos Mexicano y Antillano necesitaron entre 1963 y 2852 grados día, mientras los del grupo Guatemalteco entre 3948 y 4254, lo que les permite confirmar que un cultivar requiere de una determinada cantidad de grados día para cumplir su proceso de fructificación. Este hecho permite predecir de acuerdo con las condiciones climáticas de una región y los meses de ocurrencia de la floración, las épocas de cosecha de cada variedad.

CUADRO 30. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para la variable Inicio de cosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	LOCALIDADES	Inicio Cosecha (días)	Inicio Cosecha (UC)
HASS	TUMBACO	541,1 b	4262,1 a
	SAN JOSÉ DE MINAS	442,3 a	4192 a
FUERTE	TUMBACO	529,5 b	4323,6 a
	SAN JOSÉ DE MINAS	420,3 a	4092,1 b

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el cuadro 31, se muestran los promedios de las relaciones UC/día, para cada una de las interacciones, para la variable inicio de cosecha en madurez fisiológica.

CUADRO 31. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Inicio de cosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIONES (UC/días)	REPETICIONES		
	I	II	III
L1V1	7,77	7,94	7,92
L1V2	8,00	7,97	8,54
L2V1	8,46	7,03	7,70
L2V2	6,85	7,70	6,95

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013
Variedad 1 = Hass (V1)
Variedad 2 = Fuerte (V2)
Localidad 1= Tumbaco (L1)
Localidad 2 = San José de Minas (L2)

En el Cuadro 32, se presentan los resultados del análisis de varianza para la relación unidades calor/ días al inicio de la cosecha presenta diferencia estadísticas altamente significativa para interacciones, con un coeficiente de variación del 3,9 %, mismo que da confiabilidad a los datos obtenidos en campo.

CUADRO 32. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para variable Inicio de la cosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO
		Inicio Cosecha
RELACIONES	3	4,47 **
REPETICIONES	2	0,22
ERROR	6	0,11
C.V. %	3,9	

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

El Cuadro 33, e presentan las prueba de Tukey al 5 % para la relación entre UC /días al inicio de la cosecha, en el que se presentan dos rangos de significancia estadística, ubicándose en el primer rango "a", a las interacciones "V2L2 Y V1L2", con valores de 9,77 y 9,61 UC/días, siendo estadísticamente iguales, y en el rango "b", a las interacciones "V1L1 Y V2L1", con valores de 7,67 y 7,5 UC/días respectivamente.

CUADRO 33. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable inicio de la cosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIONES (UC/días)	MEDIAS	RANGOS
V2L2	9,77	a
V1L2	9,61	a
V1L1	7,67	b
V2L1	7,5	b

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013
Variedad 1 = Hass (V1)
Variedad 2 = Fuerte (V2)
Localidad 1= Tumbaco (L1)
Localidad 2 = San José de Minas (L2)

7.7. Duración de Cosecha

El análisis de varianza para conocer los días y UC, que requirieron las variedades Hass y Fuerte para completar su etapa fenológica en las dos localidades, se presenta en el Cuadro 34. Aquí se observa que existen diferencias significativas para variedades y localidades y una no significancia estadística para repeticiones y la interacción de variedades por localidades.

CUADRO 34. Análisis de Varianza para la variable duración de cosecha (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIO	
		Fin Cosecha (días)	Fin Cosecha (UC)
Variedades	1	3166,15*	211911,71*
Localidades	1	32099,5**	32404,3 ^{ns}
Repeticiones	2	140,52 ^{ns}	9552,11 ^{ns}
Variedades x Localidades	1	65,43 ^{ns}	24294,6 ^{ns}
Error	6	256,51	18356,16
C.V. (%)		2,97	3,01

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

El Cuadro 35, presenta los promedios y prueba de Tukey para días y UC, al finalizar la cosecha en el que se obtuvo para días dos rangos de significancia estadística ubicándola en el primer rango "a", a la variedad Hass y Fuerte con un mejor comportamiento en la localidad San José de Minas, y en un rango menor "b", a las mismas variedades ubicadas en Tumbaco, mientras que al observar la UC, podemos observar que se designa un mismo rango de significancia estadística "a", para variedades y localidades, lo cual indica que el comportamiento fenológico en grados día es igual lo único que les diferencia es el tiempo ya que las dos variedades en las dos localidades, requirieron un promedio de 4505,5 grado día.

CUADRO 35. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para frutos cuajados por inflorescencia en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	LOCALIDADES	Fin Cosecha (días)	Fin Cosecha (UC)
HASS	TUMBACO	605,7 b	4645,4 a
	SAN JOSÉ DE MINAS	506,9 a	4631,5 a
FUERTE	TUMBACO	577,8 b	4469,6 a
	SAN JOSÉ DE MINAS	469,7 a	4275,6 a

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el cuadro 36, se muestran los promedios de las relaciones UC/día, para cada una de las interacciones, para la variable inicio de cosecha en madurez fisiológica.

CUADRO 36. Promedios para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Duración de la cosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIONES (UC/días)	FIN COSECHA		
	I	II	III
L1V1	7,58	7,65	7,78
L1V2	7,91	7,96	7,34
L2V1	7,45	7,57	7,57
L2V2	6,93	7,02	8,07

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013
Variedad 1 = Hass (V1)
Variedad 2 = Fuerte (V2)
Localidad 1= Tumbaco (L1)
Localidad 2 = San José de Minas (L2)

El análisis de varianza Cuadro 37, para la relación UC/días, al finalizar la cosecha presenta diferencias estadísticas altamente significativas para interacciones, y coeficiente de variación del 3,9 %.

CUADRO 37. Análisis de Varianza para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable fin de la cosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO
		Inicio Cosecha
RELACIONES	3	3,39 **
REPETICIONES	2	0,07
ERROR	6	0,05
C.V. %	3,9	

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Las pruebas de Tukey al 5 %, (Cuadro 38), para UC/días, al finalizar la cosecha presenta dos rangos de significancia estadística, ubicándoles en el primero "a", a las variedades Hass y Fuerte en San José de Minas como las mejores ya que presentan promedio entre 9,26 y 9,12 unidades calor acumuladas por día, mientras que en el rango "b", están las mismas variedades pero en Tumbaco, el cual indica que la variación de temperaturas en el día influyen para que las variedades de aguacate acumulen más o menos unidades calor para que los frutos lleguen a la madurez fisiológica en mayor o menor tiempo, además que por la procedencia de las variedades estas pueden llegar a la madurez fisiológica en 6 u 8 meses la variedad Fuerte, mientras que la variedad Hass puede demorar entre 12 a 18 meses (ROCHA ARROYO, SALAZAR GARCÍA, & BÁRCENAS ORTEGA, 2010).

CUADRO 38. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para las interacciones Variedades x Localidades, medidas en UC/día para la variable Fin de cosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

RELACIÓN (UC/días)	MEDIAS	RANGOS
V1L2	9,26	A
V2L2	9,12	A
V1L1	7,64	B
V2L1	7,14	B

Fuente: La Investigación, 2012.
 Elaborado por: FLORES, J. 2013
 Variedad 1 = Hass (V1)
 Variedad 2 = Fuerte (V2)
 Localidad 1= Tumbaco (L1)
 Localidad 2 = San José de Minas (L2)

7.8. Número y Porcentaje de Frutos Cosechados.

En el **Cuadro 39**, se presentan los porcentajes de frutos cosechados en relación al número de flores por inflorescencia y frutos cuajados, estos valores influyeron mucho en la cosecha de la época de Diciembre a Febrero, ya que los factores ambientales en la época de floración y cuajado no fueron favorables en los meses de floración, lo que hizo que la mayor parte de frutos se caigan en diferentes etapas, tanto en el cuajado como en frutos tiernos, además que hubo el anillamiento de frutos lo cual hizo también que la cosecha se vea afectada.

Los resultados obtenidos quizá se deban también a que una vez que los frutos inician el cuajado, la abscisión se puede atribuir a frutos con fallas en el desarrollo de la semilla, aborto del embrión o muerte de la cubierta seminal (DIXON & SHER, 2002; ALCARAZ *et al.*, 2011).

Además según (WHILEY, 1990), menciona que quizá este fenómeno se deba también a la preferencia de la planta por el crecimiento vegetativo que la producción de frutos, por lo que solo permanecen en el árbol los frutos más fuertes y vigorosos; la caída de los frutos aumenta considerablemente por efecto del estrés ambiental, especialmente durante olas de frío o calor, mientras que más joven es el fruto más susceptibles a dicho estrés.

También estos resultados de baja productividad se deben a los obtenidos por (SEDGLEY, 1979), citado por (MORENO AVILA, 2008) quien menciona que diferencia existente entre la fertilidad femenina de los cultivares, es así que el cultivar Fuerte tiene una mayor proporción de embriones defectuosos al compararlo con e cultivar Hass, por lo que tendrá una menor proporción de frutos fertilizado.

CUADRO 39. Promedios y Porcentaje de frutos cosechados por inflorescencia en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	LOCALIDADES	ESTRATO	Número Flores x in	Frutos Cuajados por Inflorescencia	Frutos Cosechados	%
Hass	Tumbaco	Alto	12	6	3,5	58,33
Hass	Tumbaco	Medio	12	8	2,5	31,25
Hass	Tumbaco	Bajo	11	5	3	60,00
Hass	San José de Minas	Alto	10	7	3	42,86
Hass	San José de Minas	Medio	12	6	3	50,00
Hass	San José de Minas	Bajo	12	8	3	37,50
Fuerte	Tumbaco	Alto	12	10	1,5	15,00
Fuerte	Tumbaco	Medio	12	8	0,5	6,25
Fuerte	Tumbaco	Bajo	11	9	2,9	32,22
Fuerte	San José de Minas	Alto	12	5	0,6	12,00
Fuerte	San José de Minas	Medio	12	3	1,3	43,33
Fuerte	San José de Minas	Bajo	12	8	2	25,00

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Evaluación de caracteres agronómicos.

7.9. Peso del Fruto

En el análisis de varianza para el Peso del fruto (Cuadro 40), presentó diferencias estadísticas altamente significativas para el Factor A (Variedades) y Factor B (Localidades), el coeficiente de variación fue 16,47 %.

El promedio para el diámetro del fruto fue 189,07g

CUADRO 40. Análisis de Varianza para peso de frutos en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIO
		Peso (gr)
Variedades	1	9171,62 **
Localidades	1	9910,6 **
Repeticiones	4	1735,8 ^{ns}
Variedades x Localidades	1	3,35 ^{ns}
Error	12	969,76
C.V. (%)		16,47

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En la prueba Tukey al 5% para el Peso del fruto, Cuadro 41, se observa que la variedad Fuerte en Tumbaco se la ubico en el primer rango "a", de significancia estadística con un valor de 232,34 gr, mientras que el rango "b" se ubicó la variedad Hass con un valor de 144,99 gr.

Para la variedad Hass y Fuerte se obtuvieron estos valores a los 201 días de madurez fisiológica, por lo que al relacionaros con datos reportados por (RODRIGUEZ, 1982), quién menciona que para Fuerte los valores promedio en peso son de 200 – 350 gr y para Hass de 200 – 300 gr aproximadamente, esto se debe a que a medida que se incrementa los lípido den los frutos también se incrementa el peso de los mismos y la variedad Fuerte al presentar mayor tamaño acumula mayor cantidad de ácidos grasos.

CUADRO 41. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para peso de fruto en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	LOCALIDADES	PESO DE FRUTOS
Fuerte	Tumbaco	232,34 a
Hass	Tumbaco	190,33 ab
Fuerte	San José de Minas	188,64 ab
Hass	San José de Minas	144,99 b

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el cuadro 42, se observa los datos obtenidos para peso de los frutos de aguacate cosechados a la madurez fisiológica con base a los cuales de acuerdo a la categorías normalizadas por el INEN (2009), para las variedades Hass y Fuerte, en las localidades Tumbaco y San José de Minas. Los resultados obtenidos para la variedad Hass fueron del 62% para los frutos clasificados como “Medianos” seguidos por la categoría “Pequeño” con un 32% y los “Grandes”; para la variedad Fuerte se obtuvo el 74% de “Mediano”, 25% de “Pequeño” y el 1% de “Grande”. Cabe recalcar, que el mercado internacional busca en mayor proporción el fruto clasificado como “Mediano”, según el mencionado por CERDAS, M. (2006), esto se debe a la facilidad en el transporte y el manejo de los frutos que tienen este tamaño durante todo el proceso de poscosecha y comercialización

CUADRO 42. Calibres obtenidos en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), a la madurez fisiológica cosechadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

Calibre	Variedad Hass	Variedad Fuerte
Pequeño	119,55 - 180,00 32% (n=27)	183,94 - 280,04 25% (n=21)
Mediano	183,30 - 232,70 62% (n=52)	226,55 - 335,5 74% (n=62)
Grande	252,80 - 278,9 6% (n=5)	367,7 1% (n=1)

n=84

Fuente: Datos de campo, 2012
Elaboración: MACAS, G. 2013

n=84

7.10. Diámetro y Longitud del fruto.

El análisis de varianza para longitud y diámetro del fruto, Cuadro 43, presentó diferencias estadística altamente significativas para longitud en Variedades y para diámetro diferencias significativas en localidades.

El coeficiente de variación fue de 5,11 y 8,20 % respectivamente.

CUADRO 43. Análisis de Varianza para Diámetro y Longitud (mm) de frutos en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIO	
		Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Variedades	1	61,25 ^{ns}	645,36 ^{**}
Localidades	1	218,06 [*]	54,02 ^{ns}
Repeticiones	4	16,35 ^{ns}	82,22 ^{ns}
Variedades x Localidades	1	2,35 ^{ns}	5,78 ^{ns}
Error	12	26,39	22,57
C.V. (%)		8,2	5,11

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En la prueba de Tukey al 5%, Cuadro 44, para diámetro del fruto presenta dos rangos de significancia estadística ubicándola como el mejor a la variedad Fuerte y Hass en el rango "a", en las dos localidades con un promedio de 64,42 mm, mientras que a la variedad Has se la ubica en el rango "b", en la localidad San José de Minas con un promedio de 57,24 mm, para el desarrollo longitudinal del fruto se obtuvo cuatro rangos de significancia estadística "a" se ubico la variedad Fuerte con un valor de 100,79 mm, mientras que en un rango "c" la variedad Has con un valor de 86,15 mm.

Los resultados para diámetro obtenidos coinciden con los reportado por (AMÓRTEGUI, 2001), quien señala que los diámetros promedios para la variedad Fuerte son de 60 – 70 mm y para Hass de 65 – 75 mm aproximadamente, dimensione que definen la forma del fruto, para y oval respectivamente, el diámetro eta relacionado con la longitud, por lo que, los tamaños alcanzados posiblemente e deban al origen de la variedad, es decir el tamaño de las razas progenitoras.

Los datos obtenidos para longitud coinciden con los reportados por (RODRIGUEZ, 1971), donde se menciona que la variedad Fuerte alcanza mayor tamaño que la variedad Hass, posiblemente que el origen de los parentales que se utilizan en el desarrollo de la variedad, puesto que resultó de la crusa de las razas guatemalteca y mexicana, siendo la mexicana la que posee características de mayor tamaño.

CUADRO 44. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para Longitud y Diámetro del fruto en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	LOCALIDADES	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
FUERTE	TUMBACO	67,34 a	100,79 a
HASS	TUMBACO	64,53 a	88,36 bc
FUERTE	SAN JOSÉ DE MINAS	61,43 a	96,43 ab
HASS	SAN JOSÉ DE MINAS	57,24 b	86,15 c

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Con el propósito de evaluar el efecto de la temperatura en relación al tiempo en cada fase fenológica de acuerdo a las variables propuestas, se presentan los resultados en base a unidades calor que necesitaron acumular las dos variedades de aguacate,

Etapas fenológicas considerando las unidades de evaluación (días y UC) de los 10 estados fenológicos.

7.11. Inicio de Floración.

El análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 45, para seis fases fenológicas, a través del tiempo ya acumulación de unidades calor, nos permite detectar diferencias significativamente estadísticas para variedades, localidades, en los estados A (Yema en latencia), estado B (Yema hinchada), estado C (Aparecen las Inflorescencia), estado D1 (Diferenciación floral) y estado D2 (Eje secundario visible) y en el estado E (Botón amarillo) significancia estadística para variedades y por la interacción de variedades por localidades se presenta significancia estadística para unidades calor en los estados D1, D2 y E, lo que permite inferir que la condiciones ambientales predominantes en cada uno de los estados fenológicos variaron entre sí tanto por variedad como por localidad.

CUADRO 45. Análisis de Varianza para seis estado fenológicos (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	ESTADO A		ESTADO B		ESTADO C		ESTADO D1		ESTADO D2		ESTADO E	
		Días	UC	Días	UC	Días	UC	Días	UC	Días	UC	Días	UC
VARIEDADES	1	33,67 **	11334,45 **	5,74 *	1388,9**	5,74**	427,21**	13,44**	384,2**	4,69**	1001,01**	5,47 **	3,3E -03
LOCALIDADES	1	285,19 **	24028,65**	452,64 **	1458,61 **	196,02**	14995,47**	39,97**	3741,8**	38,52**	560,33**	0,3	124,16**
ESTRATOS	2	4,84	126,35	1,63	2,65	0,6	38,89	0,66	5,19	0,15	1,27	0,34	1,38
VARIEDADES * LOCALIDADES	1	0,91	488,96	4,44	1414,84**	1,02	14,96	4,44	254,84**	2,52	216,75**	2,71**	108**
Error	6	9,73	50,14	0,89	1,7	0,14	10,29	0,05	1,34	0,11	0,38	0,19	0,69
C.V %	11	3,53	3	3,72	0,6	3,21	3,02	2,52	1,37	3,72	0,78	6,98	1,47

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

El Cuadro 46, muestra las pruebas de Tukey al 5%, para las seis fases fenológicas para que se llegue al inicio de la floración, evaluadas en dos variedades de aguacate en dos localidades, en el que se observa que la variedad Hass es la más precoz en San José de Minas (1850 msnm) ya que requirió menor número de unidades calor para alcanzar el estado A (Yema en latencia), estado B (Yema hinchada), estado C (Aparecen las inflorescencias), estado D1 (Diferenciación Floral), estado D2 (Eje floral secundario visible) y estado E (Botón amarillo) con 188,77, 207,33, 63,67, 103,43, 67,37 y 50,50 unidades calor respectivamente, este mismo comportamiento de precocidad se pudo observar en Tumbaco (2348 msnm), ya que al comparar con la variedad Fuerte en las dos localidades las seis fases fenológicas fueron desarrolladas más rápidamente.

Los resultados obtenidos para días que se requieren para el paso de yema en latencia hasta antesis, concuerdan con los obtenidos por (ROSALES, PARODI, & CARLINI, 2003) , quienes mencionan que este fase puede durar de 9 a 12 meses, pero este periodo podrá prolongar si se presentan condiciones ambientales climáticas desfavorables, estudios similares realizados por (AVILAN, SOTO, PÉREZ, RODRÍGUEZ, & RUIZ, 2007) y (BERNAL & DÍAZ, 2008), mencionan que para las condiciones ambientales de México este periodo puede durar 3 o 4 meses, mientras que para las condiciones de Chile este puede ser de 5 o 6 meses.

CUADRO 46. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para seis fases fenológica (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

Variedades	Localidades	Estado A		Estado B		Estado C		Estado D1		Estado D2		Estado E	
		Días	UC	Días	UC	Días	UC	Días	UC	Días	UC	Días	UC
HASS	TUMBACO	29,53 c	253,53 a	30,20 b	250,90 a	15,33 c	136,60 b	10,67 c	101,33 a	10,67 c	72,53 c	6,27 b	62,93 a
FUERTE	TUMBACO	32,83 d	253,83 a	32,80 b	207,67 b	16,13 c	146,30 a	11,57 d	56,80 c	11 c	99,30 a	6,27 b	56,97 b
HASS	SAN JOSÉ DE MINAS	19,73 a	188,77 c	19,13 a	207,33 b	6,67 a	63,67 d	5,80 a	103,43 a	6,17 a	67,37 d	5,00 a	50,50 c
FUERTE	SAN JOSÉ DE MINAS	23,53 b	254,53 d	19,30 a	207,13 b	8,63 b	77,83 c	9,13 b	77,33 b	8,33 b	77,13 b	7,30b	56,53 b

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

7.12. Plena Floración.

En el cuadro 47 se presenta el análisis de varianza para el estado fenológico F "Floración" en días y unidades calor en el que se presenta diferencias estadísticas altamente significativas para variedades.

El coeficiente de variación es de 5,27 y 8,49%, respectivamente.

CUADRO 47. Análisis de Varianza para la variable Plena floración (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	ESTADO F	
		Días	UC
VARIEDADES	1	8,50 **	3680,25**
LOCALIDADES	1	0,80	146,65
ESTRATOS	2	0,18	36,27
VARIEDADES * LOCALIDADES	1	0,91	125,78
Error	6	0,15	37,57
C.V %	11	5,27	8,49

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

El Cuadro 48, se muestra la prueba de Tukey al 5% para la fase de floración en el que obtuvo dos rangos de significancia estadística para días y unidades calor acumuladas, ubicándose como mejor en el rango "a" a la variedad Hass con valores de 6,50 días y 89,70 UC, mientras que en el siguiente rango "b", esta la variedad fuerte con valores de 8,18 días y 54,68 UC.

Las variaciones obtenidas para las variedades se debe a que estas pertenecen a grupos diferentes es así que la variedad Hass pertenece al grupo A y la variedad Fuerte al grupo B, por lo tanto los cultivares tipo A, sus flores abren por primera vez como femeninas por la mañana y desarrollan la fase masculina durante la tarde del día siguiente. Por el contrario, en los cultivares tipo B, las flores manifiestan el estado femenino por la tarde y la segunda apertura como masculinas en la mañana del día siguiente.

CUADRO 48. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para una fase fenológica (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	ESTADO A	
	Días	UC
HASS	6,50 a	89,70 a
FUERTE	8,18 b	54,68 b

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

7.13. Inicio de cuajado de frutos.

El análisis de varianza para dos fases fenológicas Cuadro 49, presenta diferencias estadísticas altamente significativas para días y unidades calor en variedades, localidades y para la interacción entre variedades por localidades. Los coeficientes de variación son Estado G (Marchitez de tépalos) 1,12 y 15,33 % y Estado H (Cuajado de frutos) de 0,96 y 4,43 % en días y UC, respectivamente.

CUADRO 49. Análisis de Varianza para dos estados fenológicos (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	ESTADO G		ESTADO H	
		Días	UC	Días	UC
VARIETADES	1	24,65 **	633,36**	24,37 **	174,42**
LOCALIDADES	1	522,72 **	13904,66	227,94**	2182,95 **
ESTRATOS	2	1,12	15,33	0,96	4,43
VARIETADES * LOCALIDADES	1	43,42 **	1082,62	10,27 *	16520,63 **
Error	6	0,3	6,83	1,09	2,7
C.V %	11	3,72	2,3	3,89	0,81

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Las pruebas de Tukey al 5%, Cuadro 50, presenta tres rangos de significancia estadística para días en el estado G, colocándole como primer rango "a" ala variedad

Hass y Fuerte en San José de Minas con valores de 7,67 y 8,60 días, respectivamente siendo estadísticamente iguales, mientras que en el rango "c" a la variedad Hass en Tumbaco con valor de 24,67 días, para unidades calor en el mismo estado fenológico, se observa un comportamiento similar, es así que las variedades que más unidades calor acumularon fueron las variedades Hass y Fuerte en Tumbaco, mientras que las de San José de Minas requirieron menos cantidad.

En el estado H para días se observan tres rangos de significancia estadística ubicándole a la variedad Hass en San José de Minas en el primer rango "a", con un valor de 20,10, mientras que el rango más bajo "c", se le está dado a la variedad Hass y Fuerte en Tumbaco, con valores de 30,67 y 31,67 días respectivamente siendo estadísticamente iguales, para unidades calor acumuladas se presentan cuatro rangos de significancia estadística, la variedad Fuerte en San José de Minas ocupa el rango "a", con un valor promedio de 258,17 UC, mientras que la misma variedad en Tumbaco ocupa el último rango de significancia estadística "d", con un valor de 156,98 UC.

UADRO 50. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para una fase fenológica (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIETADES	LOCALIDADES	ESTADO G		ESTADO H	
		Días	UC	Días	UC
HASS	TUMBACO	24,67 c	164,58 a	30,67 c	223,57 b
FUERTE	TUMBACO	18,00 b	131,05 b	31,67 c	156,98 d
HASS	SAN JOSÉ DE MINAS	7,67 a	77,50 c	20,10 a	176,33 c
FUERTE	SAN JOSÉ DE MINAS	8,60 a	81,97 c	24,80 b	258,17 a

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

7.14. Inicio de Cosecha.

El análisis de varianza para el estado fenológico, Cuadro 51, presenta diferencias estadísticas altamente significativas para variedades y un coeficiente de variación del 1,55 y 1,35 % para días y UC respectivamente.

CUADRO 51. Análisis de Varianza para un estado fenológicos (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	ESTADO I	
		Días	UC
VARIETADES	1	2133,33**	100970,88**
LOCALIDADES	1	0,33	13460,97
ESTRATOS	2	17,58	316,76
VARIETADES * LOCALIDADES	1	33,33	16476,14
Error	6	6,58	290,25
C.V %	11	1,55	1,35

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Las pruebas de Tukey al 5%, (Cuadro 52), para la fase fenológica I (Fruto tierno), presenta para días dos rangos de significancia estadística ubicándole a la variedad Fuerte en el primer rango "a" con valores de 151,83 días, mientras que en el rango "b" se encuentra la variedad Hass con valores de 178,5 días, para unidades calor se puede apreciar el mismo comportamiento, es así que la variedad fuerte al culminar su fase de fruto tierno y llega a la madurez fisiológica en menor tiempo y requiriendo acumular menos unidades calor, pero cumpliendo con los estándares de calidad en contenido de grasa que es del 9 % , ya que según (TELIZ,2007), menciona que en California se cosecha con un contenido de grasa mínimo de 8%, y puede oscilar entre el 6 y 30% para el resto de zonas productoras del mundo, está acumulación se debe al metabolismo de lípidos es lo que permite la acumulación de grasa, es muy importante cosechar bajo estos niveles de grasa puesto que así se desarrolla una madurez norma, con las condiciones organolépticas adecuadas para la comercialización.

CUADRO 52. Promedios y Pruebas de Tukey (5%) para una fase fenológica (días y UC), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

VARIEDADES	ESTADO G	
	Días	UC
HASS	178,5 b	1291,54 a
FUERTE	151,83 a	1224,55 b

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

Desarrollo de las características fenológicas relacionadas con el tiempo y acumulación de unidades térmicas en dos variedades de aguacate evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

Los resultados fenológicos obtenidos en la investigación, corresponden a la floración que se presentó en los meses de marzo – abril en San José de Minas y Mayo – Junio en Tumbaco, de la misma forma las unidades calor se las obtuvo con las temperaturas promedio de estos meses (Cuadro 53).

CUADRO 53. Tiempo requerido para la manifestación de los principales estados fenológicos (días), en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

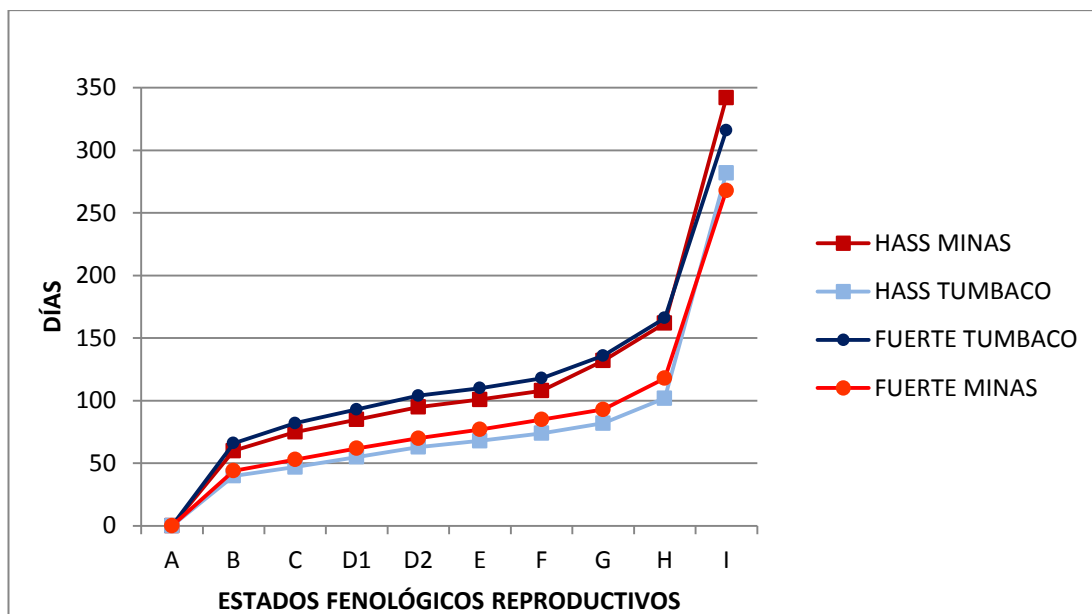
ESTADOS	DESCRIPCION	HASS MINAS	HASS TUMBACO	FUERTE TUMBACO	FUERTE MINAS
A	YEMA LATENCIA	0	0	0	0
B	YEMA HINCHADA	20	30	33	20
C	APARECE INFLORESCENCIA	27	45	49	29
D1	DIFERENCIACIÓN FLORAL 1er E.F.V	35	55	60	38
D2	EJE SECUNDARIO VISIBLE	43	65	71	46
E	BOTÓN AMARILLO	48	71	77	53
F	FLORACIÓN	54	78	85	61
G	MARCHITEZ DE TÉPALOS	62	102	103	69
H	CUAJADO DE FRUTO	82	132	133	94
I	FRUTO TIERNO	262	312	283	244

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el Gráfico 19 se observa una marcada diferencia entre las localidades, de acuerdo al número de días necesarios para alcanzar cada una de las fases; en el caso de la localidad San José de Minas el tiempo requerido para cumplir todas las fases fenológicas es inferior respecto a la localidad Tumbaco con 60 días para la variedad Hass y 48 días para la variedad Fuerte. La variación del tiempo necesaria para cumplir las fases fenológicas se debe a diferencia en las condiciones ambientales, la localidad San José de Minas al estar a una altitud de 1850 msnm presenta temperaturas promedio más altas (20°C), mientras que Tumbaco presentó temperaturas un tanto inferiores (16°C), esta variación de la temperatura es lo que incide para que los procesos fenológicos en las mismas variedades haya sido diferente.

Las dos variedades presentan un comportamiento relativamente igual durante todas las fases fenológicas ya que presentan variaciones de 4 días entre las dos variedades para la localidad Tumbaco y 2 días para la localidad San José de Minas.

En todos los eventos fenológicos se puede observar que la variedad Hass requiere menos días para alcanzar todas las fases fenológicas a excepción de la última Fase (Fruto Tierno ó Estado I), que es cuando la variedad Hass no solamente a dejado de su brillo si no que la cascará se vuelve de color violeta oscuro, este comportamiento se lo puede observar en las dos localidades.



Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

GRÁFICO 19. Días requeridos para el cumplimiento de las fases fenológicas en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

En el Cuadro 54, se presentan los resultados en días y unidades calor requeridas para cada fase fenológica, en las variedades Hass y Fuerte evaluadas en las dos localidades en estudio. Cabe recalcar que para que la yema que estuvo en estado de latencia o "A", fue necesario que transcurra más tiempo, el tiempo mencionado se debe a que al momento de la selección estos ya estaban maduros e iban a dar paso a los siguientes eventos fenológicos.

CUADRO 54. Estados fenológicos, días y Unidades calor, para las variedades Hass y Fuerte, en las localidades Tumbaco y San José de Minas.

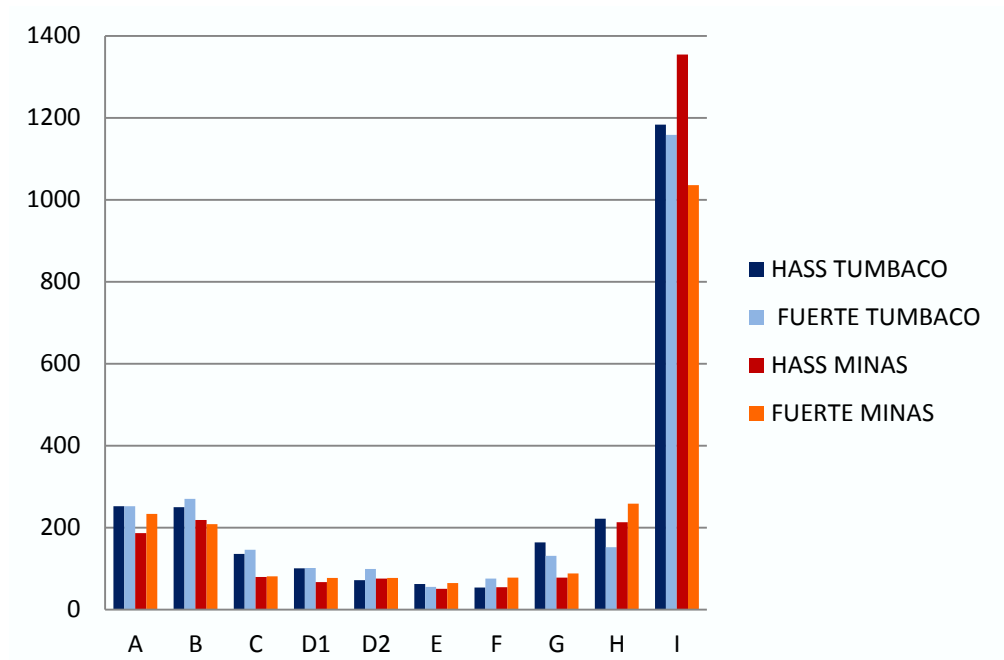
ESTADOS FENOLOGICOS									
		HASS				FUERTE			
		TUMBACO		SAN JOSÉ DE MINAS		TUMBACO		SAN JOSÉ DE MINAS	
ESTADOS.	DESCRIPCION	DIAS	UC	DIAS	UC	DÍAS	UC	DÍAS	UC
A	YEMA EN LATENCIA	0	0	0	0	0	0	0	0
B	YEMA HINCHADA	30	250	20	219	33	270	20	208,5
C	APARECE INFLORESCENCIA	15	136	7	79,5	16	146	9	81,5
D1	DIFERENCIACIÓN. FLORAL 1er E.F.V	10	101	8	67	11	101,8	9	77
D2	EJE SECUNDARIO VISIBLE	10	72	8	76	11	99,3	8	77
E	BOTÓN AMARILLO	6	62,7	5	50,5	6	55,3	7	64,5
F	FLORACIÓN	7	54,25	6	55	8	75,95	8	78
G	MARCHITEZ DE TÉPALOS	24	163,65	8	78	18	131,05	8	88,5
H	CUAJADO DE FRUTO	30	222,1	20	213	30	152,25	25	258,5
I	FRUTO TIERNO	180	1183,01	180	1354	150	1158,15	150	1036

Fuente: La Investigación, 2012.

Elaborado por: FLORES, J. 2013

FF= Fases Fenológicas, UC= Unidades Calor

En el Gráfico 20, se observan los resultados obtenidos para la acumulación de unidades calor por estado fenológico. En los estados C, hasta el estado G, la acumulación de unidades calor es mínima ya que en estas fases la planta requiere el mínimo gasto de energía, mientras que en los estados A, B y H, se observa un rango medio de acumulación de unidades calor. En el caso del estado A, se debe a que la planta necesita más energía para que la yema se reactive e inicie su proceso reproductivo. En el estado B, se debe a que en esta fase se requiere ya de la formación de órganos florales por lo que el gasto energético aumenta y en el estado H es porque en esta fase la planta entra en un proceso de competencia entre el desarrollo vegetativo y producción de frutos por lo que los frutos deben acumular más calor para mantenerse firmes en el pedúnculo, en el estado I se observa que la acumulación de unidades calor supera a todas las fases hasta llegar a la madurez fisiológica, este comportamiento se debe a que en esta fase el fruto requiere de la acumulación de grasa y nutrientes mismos que están en función de la cantidad de calor que este haya acumulado para obtener una calidad por lo tanto que es en donde se observa una mayor acumulación de unidades calor, este mismo comportamiento se puede observar un similar comportamiento.



Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

GRÁFICO 20. Unidades calor por estado fenológico de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

En el cuadro 55, se presentan las unidades calor acumuladas en los 10 principales estados fenológicos de dos variedades de aguacate evaluadas en dos localidades de la provincia de pichincha.

CUADRO 55. Unidades de calor acumuladas en 11 estados fenológicos en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

ESTADOS	DESCRIPCION	UC HASS TUMBACO	UC HASS MINAS	UC FUERTE TUMBACO	UC FUERTE MINAS
A	YEMA LATENCIA	0	0	0	0
B	YEMA HINCHADA	250	219	270	209
C	APARECE INFLORESCENCIA	386	298,5	416	290
D1	DIFERENCIACIÓN FLORAL 1er E.F.V	486	365,5	518	367
D2	EJE SECUNDARIO VISIBLE	558	441,5	618	444
E	BOTÓN AMARILLO	621	492	673	509
F	FLORACIÓN	675	547	749	587
G	MARCHITEZ DE TÉPALOS	839	625	880	675
H	CUAJADO DE FRUTO	1061	838	1032	934
I	FRUTO TIERNO	2244	2192	2190	1970

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

En el Gráfico 21 se observa de acuerdo a las unidades calor acumuladas en cada una de las fases; en la localidad San José de Minas la acumulación de unidades calor para cumplir todas las fases fenológicas es superior respecto a la localidad Tumbaco. Esta variación para cumplir las fases fenológicas se debe a diferencia en las condiciones ambientales, la localidad San José de Minas al estar a una altitud de 1850 msnm presenta temperaturas promedio más altas (20°C), mientras que Tumbaco presentó temperaturas un tanto inferiores (16°C), esta variación de la temperatura es lo que incide para que los procesos fenológicos en las mismas variedades haya sido diferente.

Las dos variedades presentan un comportamiento relativamente igual durante todas las fases fenológicas ya que presentan variaciones de 7 unidades calor entre las dos variedades para la localidad Tumbaco y 14 unidades calor para la localidad San José de Minas.

En todos los eventos fenológicos se puede observar que la variedad Hass requiere menos unidades calor para alcanzar todas las fases fenológicas a excepción de la

última Fase (Fruto Tierno ó Estado I), en la que para cumplir las características de madurez fisiológica propia de la variedad se requiere una mayor acumulación de unidades calor.

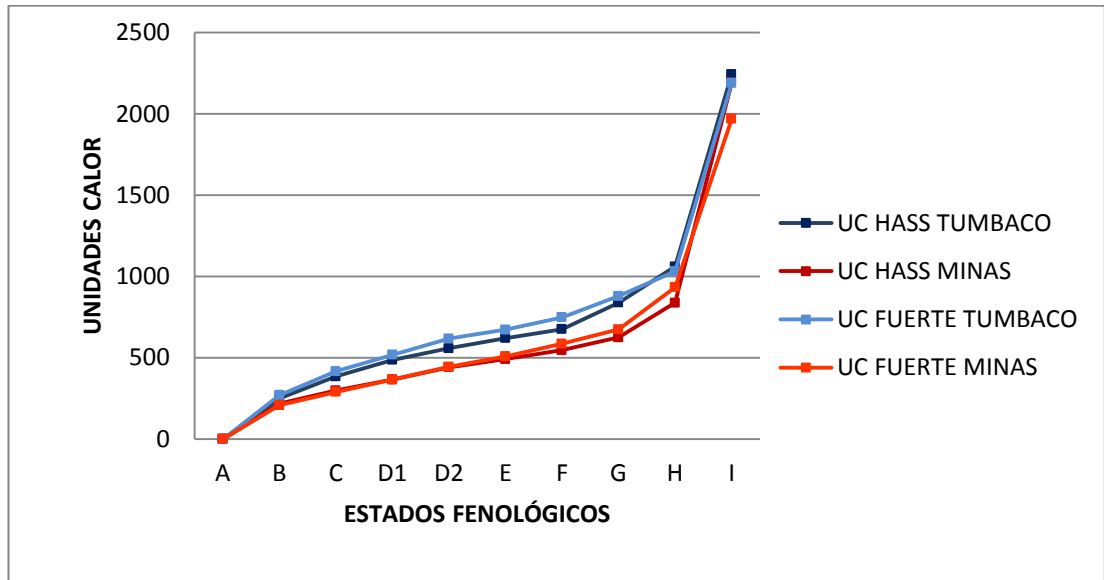


GRÁFICO 21. Curva de evolución fenológica de dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.), evaluadas en dos localidades de la provincia de Pichincha.

8. CONCLUSIONES

La variación del tiempo necesaria para cumplir las fases fenológicas se debieron a diferencias en las condiciones ambientales, la localidad San José de Minas al estar a una altitud de 1850 msnm presenta temperaturas promedio más altas (20°C), mientras que Tumbaco presentó temperaturas un tanto inferiores (16°C), por lo tanto el número de días necesarios para alcanzar cada una de las fases; en el caso de la localidad San José de Minas el tiempo requerido para cumplir todas las fases fenológicas es inferior respecto a la localidad Tumbaco con 60 días para la variedad Hass y 48 días para la variedad Fuerte.

En la determinación de los días necesarios para la acumulación de unidades calor necesarias para cumplir con todas las fases fenológicas, las dos variedades presentan un comportamiento relativamente igual ya que se observan variaciones de apenas 4 días entre las dos variedades para la localidad Tumbaco y 2 días para la localidad San José de Minas.

En la determinación de las unidades calor necesarias para cumplir con todas las fases fenológicas, las dos variedades presentan un comportamiento relativamente igual durante todas las fases fenológicas ya que presentan variaciones de 7 unidades calor entre las dos variedades para la localidad Tumbaco y 14 unidades calor para la localidad San José de Minas

Al momento de la cosecha y realizar la clasificación de frutos de acuerdo a las categorías normalizadas por el INEN, para las dos localidades (Tumbaco y San José de Minas) se obtuvo que para la variedad Hass el 62% de los frutos fueron clasificados como categoría de medianos, 32% en la categoría de pequeños y 6% en categoría Grande, mientras que para la variedad Fuerte se obtuvo el 74 % de medianos, 25% pequeños y el 1% Grandes. De acuerdo a esta clasificación la variedad Hass producida en la localidad San José de Minas presento mayor cantidad de frutos con potencial de exportación.

Las zonas potenciales para este tipo de cultivo son aquellas ubicadas bajo los 2200 msnm ya que a esta altitud las temperaturas son más altas y los procesos fenológicos se aceleran lo que favorecería para que se pueda obtener las cosechas fuera de la época de producción y los frutos sean de mejor calidad.

9. RECOMENDACIONES.

En función de los resultados obtenidos se recomienda investigar el comportamiento de este cultivo en pisos altitudinales menores a 2348 msnm.

De acuerdo a los datos obtenidos de la investigación se recomienda que este tipo de cultivo se lo haga en pisos altitudinales con condiciones de humedad y temperatura similares a San José de minas (1850 msnm), es decir que si se piensa en un mejorar nuestro potencial de exportación en cuanto a este frutal se debería pensar en extender este cultivo en estas zonas, ya que la temperatura y humedad relativa (20 °C y 60%), respectivamente, estos rangos están dentro de los cuales el aguacate se desarrolla bien.

Para investigaciones posteriores se recomienda tomar como base también la temperatura del suelo y de la planta, así como la edad de las mismas ya que estos también pueden ser factores que influyan para que los eventos fenológicos de la planta se aceleren o se retarden.

10. RESUMEN

El aguacate (*Persea americana* Mill.), es nativo de América central y hoy en día es un cultivo de importancia económica en más de 70 países. En nuestro país las épocas de producción no han sido aún definidas en las zonas potencialmente productoras de tal forma que se pueda garantizar la demanda del mercado nacional e internacional en todo el año, por lo que el reto de este sector productivo es aumentar la producción y el rendimiento. Por lo que el objetivo de esta investigación es el estudio del comportamiento fenológico de las variedades de aguacate Hass y Fuerte, mediante medición del tiempo y cálculo de unidades térmicas requeridas para la manifestación de los diferentes estados, la evaluación se la realizó en dos localidades de la provincia de Pichincha.

El estudio se lo llevo en dos fases: vegetativa, que inicio a partir de que una rama fue podada y en esta existía una yema vegetativa para que este desarrolle y luego de un determinado tiempo este de paso a un nuevo ciclo y Fase reproductiva, esta inicio cuando se identificaron brotes maduros cuyas yemas luego de salir de un estado de reposo largo el cuál duró aproximadamente 7 a 9 meses, siendo el periodo más corto en los cultivares de San José de Minas, en esta segunda fase, se dio seguimiento a las yemas para el inicio de floración, plena floración, inicio de cuajado, inicio de cosecha y fin de cosecha, en el que se pudo observar que las dos variedades presentaron un comportamiento relativamente igual durante todas las fases fenológicas ya que presentan variaciones de 4 días entre las dos variedades para la localidad Tumbaco y 2 días para la localidad San José de Minas, mientras que para acumulación de unidades calor se pudo observar variaciones de 7 unidades calor entre las dos variedades para la localidad Tumbaco y 14 unidades calor para la localidad San José de Minas.

Las épocas de máxima floración en las dos localidades fueron en los meses de Abril (San José de Minas) y Mayo (Tumbaco), entre los insectos polinizadores, la abeja (*Apis mellifera*), fue el más activo en las dos localidades. Se constató además que las dos variedades requieren alrededor de 2500 a 2650 grados días, siendo mejor la localidad San José de Minas para que los cultivares puedan acumular más unidades calor por día ya que las condiciones ambientales favorecen incluso para que los procesos fenológicos se aceleren y de esta manera se tenga producción en épocas diferentes.

11. SUMMARY

The avocado (*Persea americana* Mill), is native to Central America and today is an economically important crop in over 70 countries. In Spain, production times have not yet been defined in potentially producing areas so as to ensure market demand nationally and internationally throughout the year, so that the challenge of this production sector is to increase production and performance. So the objective of this research is to study the phenology of Hass avocado varieties Fuerte and by time measurement and calculation of thermal units required for the manifestation of the various states, the evaluation was made at two locations in Pichincha Province. The study took place in two phases: vegetative, which starts from a branch that was pruned and in this there was a vegetative bud for this development and after a certain time this step by a new cycle and reproductive phase, this starts when mature buds were identified whose buds after exiting from a long sleep which lasted approximately the 7-9 months, with the shortest cultivars in San José de Minas, in this second phase, we followed the buds for the start of flowering, full bloom, curdled start, start and end of harvesting crop, which could be observed that the two strains showed a relatively equal behavior during all phenological phases as 4 days with variations between the two local varieties Tumbaco and 2 days for the village San José de Minas, while for heat unit accumulation was observed 7 units heat variations between the two varieties for local heat Tumbaco and 14 units for the town San José de Minas. The peak flowering times in the two locations were in the months of April (San José de Minas) and May (Tumbaco), between insect pollinators, the honeybee (*Apis mellifera*), was the most active in the two locations. It further found that the two varieties require about 2500-2650 degree days, being better the town San José de Minas for cultivars can accumulate more heat units per day since the environmental conditions favor even to phenological processes are accelerated and in this way you have production at different times.

12. BIBLIOGRAFÍA

AITKEN, Y. (1974). Flowering Time, climate and genotype. The adaptation of agricultural species to climate through flowering responses. ,elbourne University Press. USA.

AMÓRTEGUI, I. (2001). El cultivo del aguacate, Módulo Educativo para el Desarrollo Tecnológico de la Comunidad Rural. Ibague, Perú: El Poir.

AVILAN, L., & RODRÍGUEZ, M. (1993). Época de floración y cosecha del aguacate en la región norte de Venezuela. CONICIT , 10.

AVILAN, L., SOTO, E., PÉREZ, M., RODRÍGUEZ, M., & RUIZ, J. (2007). Fenología de cultivares e híbridos de aguacate de la raza mexicana en la región centro-norte costera de Venezuela. *Agronomía Tropical* , 89-98.

BERNAL, E., & DÍAZ, D. (2005). Tecnología para el cultivo de aguacate, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Río Negro, Antioquia, CO. (Vol. V). Colombia.

CABEZAS, C., HUESO, J. J., & CUEVAS, J. (2003). Identificación y Descripción de los estados fenológicos . tipo del aguacate (*Persea americana* Mill.). V Congreso Mundial del Aguacate, (pág. 6). España.

CERDAS ARAYA, M. d., MONTERO CALDERÓN, M., & DÍAZ CORDERO, E. (2006). Manual de manejo pre y poscosecha del aguacate (*Persea americana*). San José, Costa Rica: MAG.

CRAUFURD, P. Q., & WHEELER, T. R. (2009). Climate change and the flowering time of annual crops. *Journal of Experimental Botany* , 60 (9), 11.

DAVENPORT, T. (1986). Plantaciones de flores de palta. *Revista de Horticultura* .

FERRO, I. (2001). El cultivo de aguacate. Ibague: Prohaciendo.

GARDIAZABAL, F., & ROSENBERG, M. (1990). Cultivo de Palto. Valparaiso - Chile: Universidad Católica Facultad de Agronomía.

- HERNÁNDEZ, F. (1991). Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana*). Valparaiso: Universidad Católica de Valparaiso.
- IBAR, L. (1986). Cultivo del Aguacate, chirimoyo, mango y papaya. Barcelona: Aedos.
- INEC - MAG - SICA. (2010). III Censo Nacional Agropecuario. Quito.
- INEC. (2002). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Obtenido de <http://www.inec.gov.ec>
- INIAP. (2011). Aguacate Hass con gran potencial exportador. Revista Informativa , 30-32.
- INIFAP. (2010). Inifap. Obtenido de (Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias): <http://www.inifap.gob.mx/clima/delclima/applications/ucalor.aspx>
- LEÓN, J. (1999). Manual del cultivo de aguacate (*Persea americana*) para los valles interandinos del Ecuador. Quito, Pichincha, Tumbaco: COSUDE.
- LOVATT, C. J. (1990). Factors affecting fruit set/early fruit drop in avocado. Recuperado el 26 de Enero de 2012, de California Avocado Society: www.avocadosource.com
- PALMA, A. (1991). Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillotoa. Universidad Católica de Valparaiso. Chile.
- PARKER, R. (1996). La Ciencia de las Plantas (USA ed.). Madrid, España: Paraninfo - Thomson Learning.
- RODRIGUEZ, F. (1982). El cultivo de Aguacate (Primera Edición ed.). México DF, ME.
- ROMO GONZALES, J. R., & ARTEAGA RAMÍREZ, R. (1989). Meteorología Agrícola. México: UACH.

- SÁNCHEZ PÉREZ, J. L., ALCANTAR R., J., CORIA A., V., ANGUIANO C., J., VIDALES F, I., TAPIA V, L., y otros. (2001). Tecnología para la producción de aguacate en México. INIFAP, CIRPAC. C. E. Uruapan (Vol. I). México, Michoacán.
- SCHWARTZ, M. D. (2004). Plant Phenology Programs. Obtenido de USA - National Phenology Network: <http://www.uvm.edu/Dep/Geography/npn/>
- TAPIA, P. (1993). Aproximación al ciclo fenológico del palto, (*Persea americana*). Valparaíso: Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- TAPIA, V. (2006). Ambiente y Fenología del Aguacate. IV Seminario Estatal de Polinización con Abejas. México, Michoacán.
- TELIZ, D., & MORA, A. (2007). El aguacate y su manejo integrado. (Segunda Edición. ed.). Madrid - Barcelona, España: Ediciones Mundi Prensa.
- VASQUEZ CASTILLO, W. A. (1993). Temperatura, fenología y Calidad Física en la semilla de Maíz (*Zea mays* L.). México.
- VASQUEZ, W. (2008). Situación del cultivo de aguacate en el Ecuador. Seminario Taller Internacional del Aguacate Hass, (pág. 1.2). Ibarra, EC.
- VILLALPANDO, J. F. (1991). Temperatura y Fenología Agrícola. Guadalajara: Agroclimatología.
- WHILEY, A. W., CHAPMAN, K. R., & SARANAH, J. B. (1988). Water loss by floral structure of avocado (*Persea americana* Mill. cv. Fuerte) during flowering. Australian Journal of Agricultural Research 39 , 457 - 467.
- William. (1977). The avocados, a synopsis of the genus *Persea*, subg. *Persea*. Economic Botany.
- WOLSTENHOLME, B. (1986). Producción de los frutos en zonas limítrofes producción especial referente al aguacate o palto. Revista de Horticultura .
- WOLSTENHOLME, B., & WHILEY, A. (1990). Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. South Africa.

13. ANEXOS

ANEXO 1. Promedios de variables fenológicas obtenidos en campo bajo las condiciones ambientales de Tumbaco.

PROMEDIO POR VARIABLES FENOLÓGICAS Tumbaco																
	BLOQUE S	UC Inicio F	Días Inicio F	UC/D	UC Días Floración	Días Floración	UC/D	Días Inicio C	UC Inicio C	UC/D	Días Inicio Cosecha	UC Inicio Cosecha	UC/D	Días Fin Cosecha	UC Fin Cosecha	UC/D
HASS	ALTOS	2446,05	304,43	8,03	2498,85	311,43	8,02	361,57	2721,03	7,53	545,43	4230,81	7,76	610,79	4625,98	7,57
	MEDIOS	2408,96	305,92	7,87	2463,21	307,67	8,01	358,67	2705,99	7,54	541,06	4291,35	7,93	612,54	4676,83	7,64
	BAJOS	2470,59	306,44	8,06	2524,18	313,47	8,05	364,29	2759,94	7,58	536,88	4245,15	7,91	593,77	4614,45	7,77
FUERTE	ALTOS	2358,25	330,23	7,14	2412,50	338,23	7,13	386,23	2695,80	6,98	536,23	3934,66	7,34	574,31	4185,70	7,29
	MEDIOS	2384,35	334,65	7,12	2438,60	342,65	7,12	391,00	2721,90	6,96	541,00	3957,00	7,31	574,67	4220,83	7,34
	BAJOS	2415,34	324,00	7,45	2469,49	331,24	7,46	387,94	3052,23	7,87	511,26	4012,22	7,85	584,67	3962,48	6,78

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

ANEXO 2. Promedio de variables fenológicas obtenidas en campo bajo las condiciones ambientales de San José de Minas.

PROMEDIO POR VARIABLES FENOLÓGICAS Minas																
	BLOQUES	Días IB - IF	UC IB - IF	UC/D	Días IB - Flora	UC IB - Flora	UC/días	Días IB - I cua	UC IB - Icuaja	UC/días	Días IB - Cos	UC IB- Cos	UC/días	Días IB - Fin Cos	UC IB- Fin Cos	UC/días
HASS	ALTOS	279,68	2601,76	9,30	285,68	2.656,76	9,30	313,68	3.003,86	9,58	446,32	4.357,86	9,76	501,58	4.791,63	9,55
	MEDIO	280,31	2594,63	9,26	286,31	2.649,63	9,25	314,31	2.940,63	9,36	454,28	4.294,63	9,45	510,33	4.733,28	9,27
	BAJO	281,65	2603,38	9,24	287,65	2.658,38	9,24	315,65	2.949,38	9,34	438,11	4.214,17	9,62	520,88	4.660,29	8,95
FUERTE	ALTO	297,71	2662,00	8,94	305,71	2.717,00	8,89	338,71	3.064,00	9,05	444,59	4.100,00	9,22	486,59	4.381,09	9,00
	MEDIO	299,38	2650,72	8,85	307,38	2.705,72	8,80	340,38	3.052,72	8,97	401,43	4.100,12	10,21	439,86	4.068,57	9,25
	BAJO	301,33	2665,11	8,84	309,33	2.720,11	8,79	342,33	3.067,11	8,96	414,94	4.101,73	9,89	482,87	4.402,27	9,12

Fuente: La Investigación, 2012.
Elaborado por: FLORES, J. 2013

ANEXO 4. Promedios de temperatura (°C), Humedad relativa (%) y unidades calor acumuladas mensuales registradas en San José de Minas, 2012.

Meses	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Unidades Calor
Marzo	17,65	60,8	230
Abril	20,21	51,2	307
Mayo	18,25	60,2	256
Junio	16	59	291
Julio	20,97	62,5	312
Agosto	22,23	54,4	305
Septiembre	21,86	55,1	308
Octubre	21,81	51	319
Noviembre	23,7	72,4	160
X	20,29	58,5	2488

Fuente: Estación meteorológica móvil, 2012.

Elaborado por: FLORES, J. 2013

ANEXO 5. Promedio de Temperatura (°C), Humedad relativa (%) y unidades calor acumuladas mensuales registradas en Tumbaco, 2012.

Meses	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Unidades Calor
Febrero	16,3	84	187
Marzo	16,24	79	226
Abril	16,2	80	230
Mayo	16,2	72	246
Junio	15,3	66	214
Julio	15,93	65,48	225
Agosto	16,2	58	218
Septiembre	17,44	52,24	296
Octubre	19,64	40,92	206
Noviembre	15,7	73,83	200
Diciembre	15,41	87	192,08
X	16	69	2440,1

Fuente: Estación meteorológica GET-INIAP, 2012.

Elaborado por: FLORES, J. 2013.

ANEXO 6. Cálculo de fertilizantes realizado para completar los requerimientos del cultivo en las dos localidades.

CALCULO DE FERTILIZACIÓN EN AGUACATE.

Recomendaciones para el cultivo de aguacate.

Análisis suelo	N	P2O5	K2O	CA	Mg	S	MO
Kg/ha	150	60	80	50	60	60	1800

Cálculo de fertilizantes de acuerdo a los requerimientos.

- Cálculo de P2O5 utilizando 11-52-0

$$\begin{array}{r} 52 \text{ Kg de P2O5} \\ 60 \text{ Kg de P2O5} \\ X = 60 \times 100 \\ 52 \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \text{ Kg 11-52-0} \\ X \\ = 115.38 \text{ Kg / ha} \\ \text{---(204) 0.56 Kg/ Planta} \end{array}$$

- Cálculo del N

$$\begin{array}{r} 11 \text{ Kg N} \\ X \\ X = 11 \times 115.38 \\ 100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \text{ Kg 11-52-0} \\ 115.38 \text{ Kg de 11-52-0} \\ = 12.69 \text{ Kg de N con 11-52-0} \end{array}$$

Entonces: Si con 11-52-0 tenemos 12.69 Kg de N y los requerimientos son de 150 Kg nos haría falta 137.31 Kg de N, mismos que los completaremos con Urea (46-0-0).

$$\begin{array}{r} 100 \text{ Kg de Urea} \\ X \\ 46 \text{ Kg de N} \\ 137.31 \text{ Kg N} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} X = 100 \times 137.31 \\ 46 \end{array} \quad \begin{array}{r} = 298.5 \text{ Kg /ha (204)} \\ \text{---1.46 Kg de urea/planta} \end{array}$$

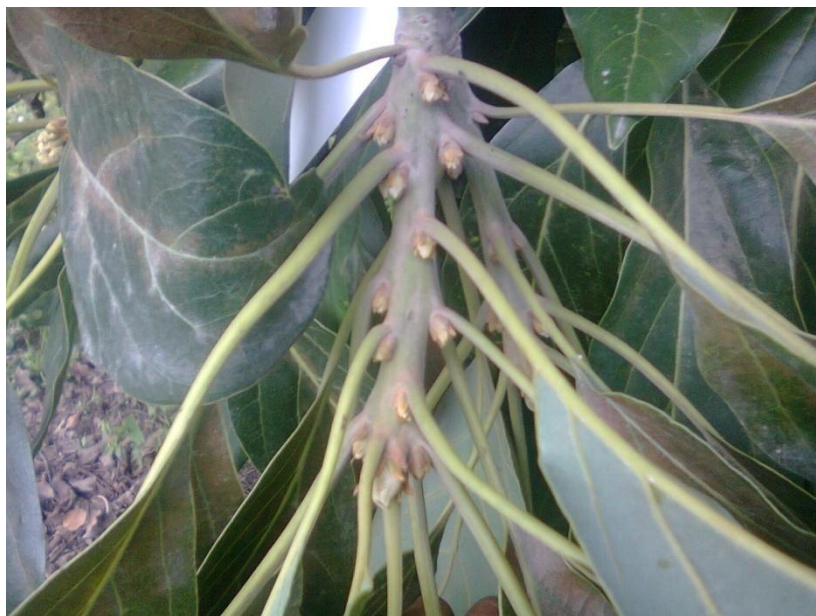
- Cálculo de S y K2O usando Sulpomag(22-11-22) y Muriato de Potasio (0-0-60)

$$\begin{array}{r} 22 \text{ Kg de S} \\ 40 \text{ Kg} \\ X = 40 \times 100 \\ 22 \end{array} \quad \begin{array}{r} 100 \text{ Kg de Sulpomag} \\ X \\ = 181,8 \text{ Kg/ha (204)} \\ \text{---0,89 Kg de Sulpomag/planta} \end{array}$$

ANEXO 4. Fotos Fase fenológicas de dos variedades de aguacate en dos localidades de la provincia de Pichincha.



Fotografía 1. Estado A "Yema en Latencia."



Fotografía 2. Estado B "Yema hinchada"



Fotografía 3. Estado C "Aparecen las inflorescencias"



Fotografía 4. Estado D1 "Diferenciación floral 1er eje floral visible."



Fotografía 5. Estado D2 "Segundo eje floral visible."



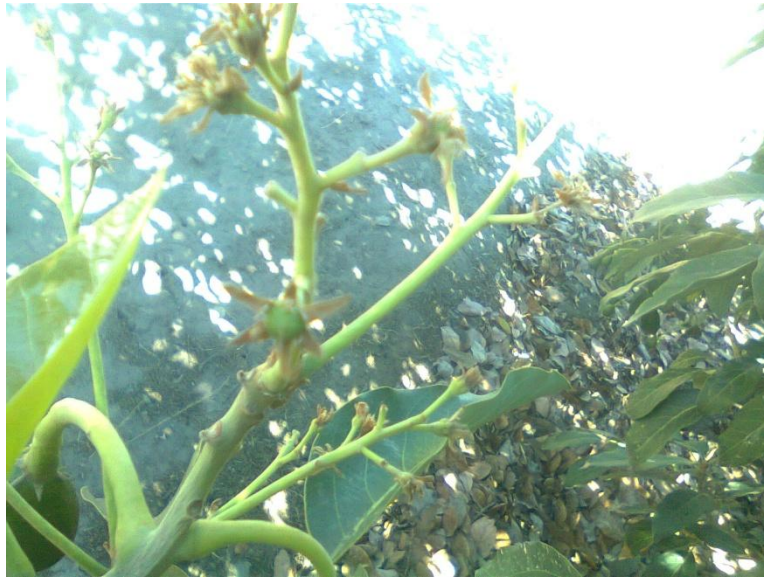
Fotografía 6. Estado E "Botón Amarillo"



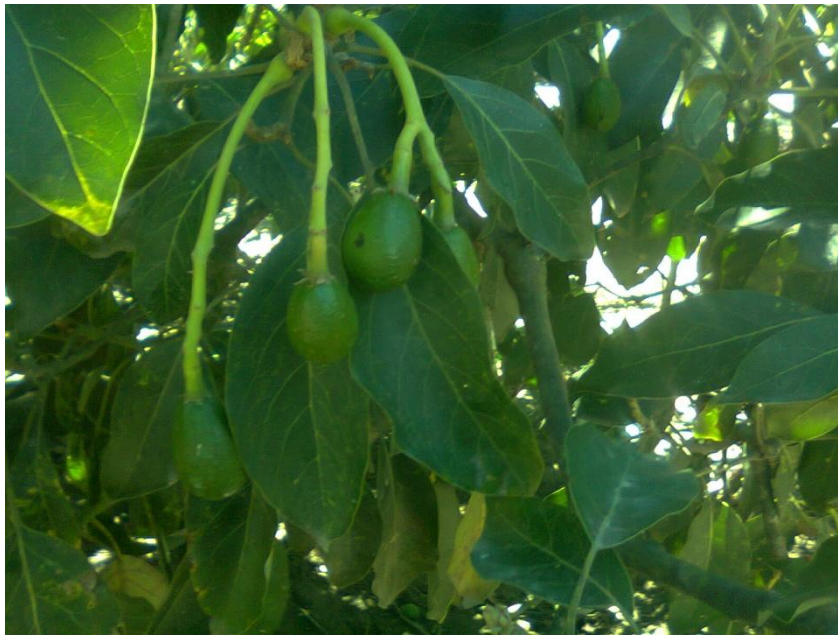
Fotografía 7. Estado F "Floración"



Fotografía 8. Estado G "Marchitez de tépalos."



Fotografía 9. Estado H "Cuajado de frutos"



Fotografía 10. Estado I "Fruto tierno"