



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DETERMINACIÓN DE LOS PERÍODOS FENOLÓGICOS DE DOS VARIETADES DE AGUACATE
(*Persea americana*), EN DOS LOCALIDADES DE LOS VALLES
INTERANDINOS DE PICHINCHA

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Ingenieras Agroindustriales y de Alimentos

Profesor Guía

Ing. Wilson Arturo Vásquez Castillo Ph.D

Autoras

Cristina Isabel Revelo Piedra
Lizeth Carolina Sisalema Toledo

Año
2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo de investigación a través de reuniones periódicas con las estudiantes, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación “.

Wilson Arturo Vásquez Castillo
Ph.D Fisiología de Plantas
C.I.1001186210

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE ESTUDIANTES

“Declaramos que el trabajo de investigación es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigente”.

Cristina Isabel Revelo Piedra
C.I.1723481568

Lizeth Carolina Sisalema Toledo
C.I.1713383428

AGRADECIMIENTO

A Wilson Vásquez por su tiempo dedicación y conocimiento brindados.

A INIAP Tumbaco por el apoyo entregado en la Granja Experimental

Al Ingeniero Seelig por abrirnos las puertas de su propiedad para realizar el presente trabajo de investigación en Perucho.

A la Universidad de las Américas por permitirnos formarnos como profesionales en sus instalaciones.

Y a todas las personas que directa e indirectamente formaron parte de nuestra investigación.

DEDICATORIA

A Dios, por ser esa luz que siempre guía mi camino, por su infinita bondad y amor.

A mis ángeles, Jorge, Esther y Luis, por cuidarme siempre.

A mis padres, Galo y Magui, por su amor y apoyo incondicional, por haberme enseñado todo.

A mis hermanos, Jorge y Galo, por su tiempo y colaboración. A Carlitos y Cristian, mis hermanitos de corazón.

A mi amada Isabelita, por la sabiduría y el abrazo más sincero.

A Kevin, por ser mi amor, mi cómplice, mi amigo.

A Caro, mi compañera de tesis y amiga, por tu amistad, por superar conmigo cada obstáculo.

Crisita

DEDICATORIA

A Dios, por su gran bondad de permitirme lograr este objetivo en mi vida, y por su amor infinito.

A mis padres, Fausto y Carmen, por el apoyo dedicado en cada momento, por la fuerza y constancia que demuestra cada día y sobre todo por su gran amor incondicional.

A Lorena, mi querida hermana, por ser mi amiga incondicional y mi fuente de fortaleza, a nuestro ángel que siempre nos cuida (+).

A mi compañera y amiga de tesis Cristina, que gracias a sus risas y ocurrencias fue muy llevadero esta investigación.

Caro's

RESUMEN

El presente estudio se planteó con el fin de conocer los periodos, en días y Unidades Térmicas, que transcurren para alcanzar cada una de las fases fenológicas del aguacate (*Persea americana*), en dos variedades Hass y Fuerte, en dos localidades, de los Valles Interandinos de la Sierra Ecuatoriana, provincia de Pichincha, Tumbaco y Perucho, mismas que tienen una altitud de 1850 msnm y 2348 msnm, respectivamente.

Se determinó las fases fenológicas de crecimiento y desarrollo del fruto, por medio de análisis estadísticos, desde la fase de yema latente, hasta el rendimiento de la cosecha. Estas variables se analizaron estadísticamente a través de un Diseño Experimental de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial con dos factores y, dos niveles cada uno con cuatro repeticiones.

Para alcanzar la madurez fisiológica de la variedad Fuerte en Tumbaco transcurrieron 200 días, alcanzando 828.8 Unidades Térmicas, así en el caso de Perucho los días alcanzados fueron 114 y 916.8 Unidades Térmicas, lo cual significa que en la localidad de Perucho, los cultivos acumulan más unidades térmicas y menos días, con una alta influencia en las condiciones ambientales.

En el análisis de laboratorio realizado, se obtuvo que el porcentaje promedio de materia seca es 22% y el contenido de aceite es 19%, al alcanzar la madurez fisiológica del fruto, para las dos variedades en estudio.

Las características físicas de los frutos, fueron comparadas con sus características fisicoquímicas al momento de alcanzar la madurez fisiológica, donde se determinó que una vez alcanzada dicha madurez, el brillo del fruto disminuye, en la variedad Fuerte, y la coloración del fruto cambia de verde claro a verde oscuro en la variedad Hass.

ABSTRACT

This study arises in order to meet the periods measured in days and Heat Units, which run to reach each of the phenological phases of the Avocado (*Persea americana*) of two varieties; Hass and Fuerte, in two locations; Tumbaco and Perucho. The two locations have an altitude of 1850 m and 2348 m respectively.

Phenological phases were determined by statistical analysis, from the dormant bud stage until the crop yield. These variables were statistically analyzed through an experimental design of randomized complete-block-in-factorial arrangement with two factors and two levels each, with four replications.

To reach physiological maturity of the “Fuerte” variety in Tumbaco, 200 days had passed, reaching 828.8 Heat Units. And in the case of Perucho, 114 had passed and 916.8 Heat Units were reached. All this means that in the village of Perucho, crops accumulate more thermal units and fewer days with high influence on environmental conditions.

After laboratory analysis, it was found that the average percentage of dry matter is 22% and the oil content is 19%, reaching physiological maturity of the fruit. These results are for both varieties under study.

The physical and physicochemical characteristics the fruits were compared when reaching physiological maturity, where it was determined that once reached such maturity, the brightness of the fruit decreases, in the case of the Fuerte variety, and color of the fruit changes from light to dark green in the case of the Hass variety.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Origen.....	4
1.2. Razas.....	4
1.3. Descripción Taxonómica.....	4
1.4. Descripción Botánica.....	5
1.5. Requerimientos de Clima y Suelo.....	8
1.6. Manejo agronómico del cultivo (BPA'S).....	10
1.7. Variedades.....	11
1.8. Situación del cultivo en el mundo y Ecuador.....	13
1.9. Plagas y Enfermedades.....	14
1.10. Fenología.....	16
1.11. Índices de cosecha.....	20
1.12. Características Físicas.....	20
1.13. Características Químicas.....	22
1.14. Unidades Térmicas.....	23
2. CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
2.1. Materiales.....	26
2.2. Metodología.....	27
2.2.1. Localidades.....	27
2.2.2. Método Estadístico.....	31
2.2.3. Factores de estudio.....	32
2.2.4. Tratamientos.....	32
2.2.5. Unidad Experimental.....	32
2.2.6. Análisis Estadístico.....	32
2.2.7. Análisis Funcional.....	33

2.2.8. Variables.....	33
2.3. Manejo del Experimento.....	35
2.3.1. Localidad Tumbaco.....	35
2.3.2. Localidad Perucho.....	36
3. CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
3.1. Yema Latente a Yema Hinchada.....	37
3.2. Yema Hinchada a Botones Florales.....	39
3.3. Botones Florales a Floración.....	41
3.4. Floración – Cuajado del Fruto.....	43
3.5. Materia Seca.....	47
3.6. Contenido de Aceite.....	49
3.7. Rendimiento.....	51
4. CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
4.1. CONCLUSIONES.....	54
4.2. RECOMENDACIONES.....	54
REFERENCIAS.....	56
ANEXOS.....	62

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana*) es un fruto comestible originario de Mesoamérica, principalmente del sur de Chiapas y de Guatemala. Se conocen principalmente tres tipos de aguacate: Mexicano, Guatemalteco y Antillano. El aguacate es de polinización cruzada, y la principal forma es a través de insectos y de viento. Estos cruces fueron el origen de incontables variedades híbridas, que empezaron a seleccionarse a inicios de 1900 (Facultad Agrobiología, s.f.).

Morfológicamente, el aguacate es una fruta con características definidas por cada una de sus partes. Generalmente, la semilla mide 5 cm de diámetro, posee una forma redondeada, con textura carnosa de color café oscuro. El tallo presenta ramificaciones vigorosas y puede alcanzar una altura 30 m. El sistema radicular es superficial y las hojas son alternas, brillantes y pedunculadas. Las flores son hermafroditas, sin embargo los órganos femenino y masculino son funcionales en diferentes períodos de tiempo, evitando con esto la autofecundación. El fruto es una baya monocotiledónea, de superficie lisa o rugosa (Flores, 2009).

En Ecuador, se da principalmente en los Valles Interandinos entre 1800 y los 2500 msnm, con una temperatura promedio de 17 °C, precipitación anual de 400 a 1000 mm y humedad relativa que oscila entre 50 y 85% (León, 1999).

El aguacate se produce en suelos profundos, de textura franco arenosa, es sensible a la asfixia por falta de oxígeno; por lo cual no es recomendable sembrar en suelos arcillosos. El contenido adecuado de materia orgánica (MO) es de 2.5% - 3.5% con una profundidad de suelo de 1.0 a 1.20m (León, 1999).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en Ecuador, en el año 2013 existe un promedio de 160 árboles por hectárea. La superficie cultivada de aguacates en Ecuador es equivalente a 10000 hectáreas.

La demanda de fruto de aguacate, tanto interna como externa, se ha incrementado en los últimos años, sobre todo la variedad Hass y Fuerte de mayor importancia para el consumo. Este incremento ha motivado a productores a incrementar la producción, lo que ha ocasionado que instituciones como el INIAP y el MAGAP se unan a esta causa con la generación de nuevas tecnologías de producción (CORPEI, s.f.).

Actualmente, para conocer el crecimiento y desarrollo de las plantas se usan las unidades de medida más precisas entre las cuales destacan: constantes térmicas, unidades térmicas, unidades de calor, grados días de desarrollo y grados días de crecimiento (Vásquez, 1993). Las unidades térmicas acumuladas, permiten cuantificar el tiempo de desarrollo de las diferentes estructuras de las plantas, se requiere acumular cierta cantidad de energía para cambiar de fase fenológica. Este concepto involucra la adecuada combinación entre grados de temperatura y el tiempo cronológico (Hahn y Gutiérrez, 1978).

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar el comportamiento fenológico de dos variedades de aguacate, en dos localidades de los valles interandinos de la Sierra Ecuatoriana.

Objetivos específicos

- Estudiar los periodos fenológicos, desde la brotación de las yemas hasta la madurez fisiológica en días y unidades térmicas de dos variedades de aguacate (Hass y Fuerte), en Tumbaco y Perucho.

- Determinar el contenido de materia seca y aceite de frutos en madurez fisiológica de las variedades Hass y Fuerte en las localidades.
- Conocer la interacción entre las propiedades físicas y químicas de los frutos del aguacate con la madurez fisiológica.
- Determinar el rendimiento de las variedades Hass y Fuerte de las dos localidades.

Hipótesis

- Ho: No existe diferencias en las fases fenológicas entre las variedades de aguacate Hass y Fuerte en las dos localidades estudiadas
- Ha: Existe diferencias en las fases fenológicas entre las variedades de aguacate Hass y Fuerte en las dos localidades estudiadas
- Ho: No existe diferencias en el contenido de materia seca y aceite de frutos entre las variedades Hass y Fuerte en las localidades de Tumbaco y Perucho
- Ha: Existe diferencias en el contenido de materia seca y aceite de frutos de las variedades Hass y Fuerte en las localidades de Tumbaco y Perucho.

1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Origen

El aguacate deriva de la palabra nativa “Aoacatl” “Ahuacatl” vocablo de origen Nahuatl o Azteca (Maldonado, 2010). Existen evidencias arqueológicas que indican que la domesticación para el consumo del aguacate, se inicia en el período Clásico Maya (Barrientos y López, 2001). Es originario de Mesoamérica, que comprende el centro y este de México y Guatemala. México es el país con mayor diversidad genética, debido a las condiciones ambientales y polinización cruzada. Características que han permitido la hibridación entre especies favoreciendo el incremento de la variabilidad genética (Barrientos y López 2001).

1.2. Razas

Existen tres razas de aguacate que son: 1) Mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), que se caracteriza por ser resistente al frío, fruto pequeño (25 a 75 mm de largo); 2) Guatemalteca (*Persea americana* var. *guatemalensis*), tolerante al frío, peso de entre 110 – 1500 g, con un tamaño de frutos entre 7.5 a 25cm de largo. La cáscara es gruesa y su pulpa posee un contenido alto de grasa (10% - 20%) (Maldonado, 2010); 3) Antillana (*Persea americana* var. *americana*), adaptada a condiciones tropicales, temperaturas altas (40 °C), de tamaño intermedio (7.5 cm - 25 cm) con peso de 110 a 1100 g, pulpa con bajo contenido de grasa (5 a 14%), mayores contenidos de fibra (Maldonado, 2010). Las características importantes de las 3 razas se encuentran detalladas en el Anexo 1.

1.3. Descripción Taxonómica

El aguacate pertenece a la familia Lauraceae, planta leñosa productora de esencias que crecen en las regiones cálidas, uno de los grupo de

angiospermas más antiguos de la actualidad (Maldonado, 2010). El aguacate dentro de las Lauráceas, es uno de los pocos frutos comestibles, ya que es una familia que se caracterizan por la producción de madera y aceites esenciales (Maldonado, 2010).

Tabla1. Clasificación taxonómica del aguacate.

Reino	Vegetal
División	Spermatophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Dipétala
Orden	Ranales
Familia	Laurácea
Género	Persea
Especie	<i>Persea americana Miller</i>
Nombre Científico	Perseasp.
Nombre Común	Aguacate, palta, avocado

Tomado de Bernal y Díaz, 2005

1.4. Descripción Botánica

El aguacate es un fruto climatérico debido a su alto nivel de emisión de CO₂ y etileno durante la respiración. El aguacate no permite un almacenamiento por largos periodos de tiempo, ya que es sensible a factores ambientales y patológicos (Horst, 2003).

Es un árbol vigorosos y ramificado, en pocos años puede alcanzar hasta 30 m de altura (Maldonado, 2010). Posee una raíz pivotante y ramificada, por otro lado las raíces secundarias y terciarias, se desarrollan en los 60 cm iniciales, la raíz principal puede superar el metro de profundidad, posee un sistema radicular superficial (Ponce, 2013). Los árboles de aguacate poseen tallos

gruesos cilíndricos, erectos, leñosos, ramificados, ramas vigorosas y extendidas, su corteza se caracteriza por ser áspera (Ponce, 2013).

Las hojas son perennes, pecioladas y alternas. De forma diversa entre las cuales están lanceolada, elíptica, ovalada, o aovado-obovado (Ponce, 2013).

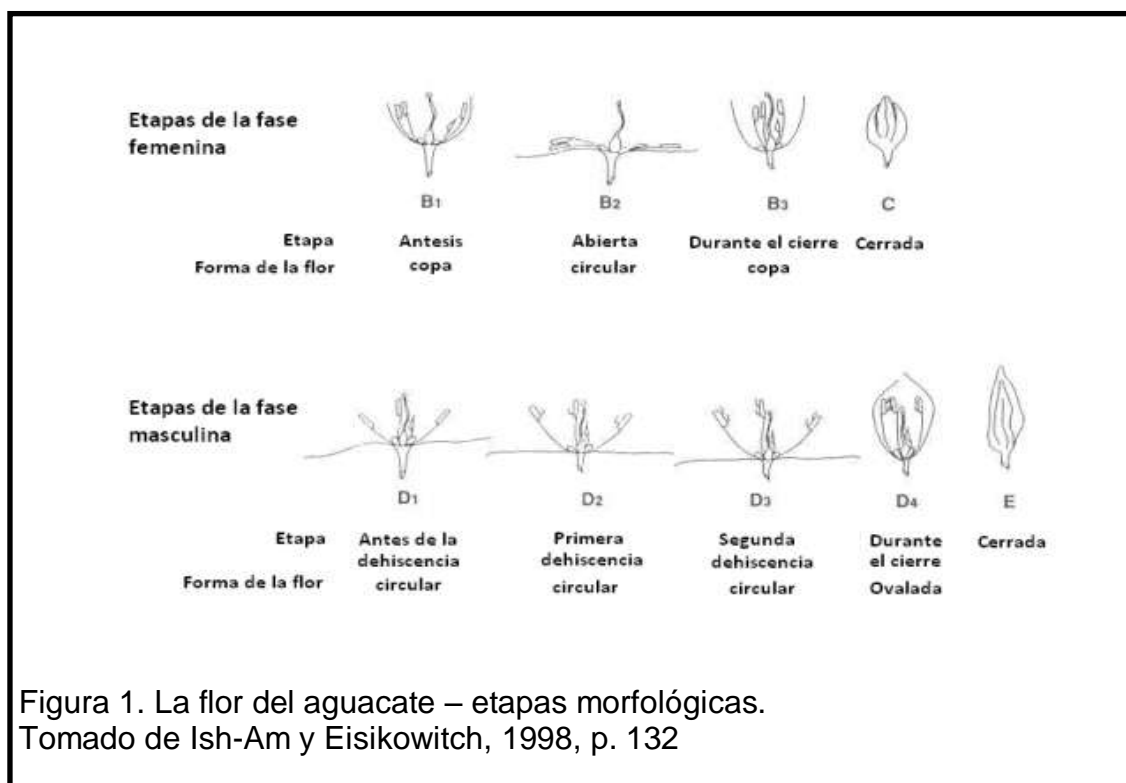
La flor del aguacate es hermafrodita sin embargo no se produce autofecundación debido a la maduración desuniforme de los órganos sexuales femeninos y masculinos, ocasionando la polinización cruzada, fenómeno que se conoce con el nombre de dicogamia sincronizada. Esta sincronía se da entre las flores de la misma planta y entre las plantas de un mismo huerto (Calabrese, 1992).

El comportamiento floral es clasificado en dos grupos, A y B. Los árboles del grupo A tienen un comportamiento femenino a lo largo de la mañana, y masculino por la tarde del día siguiente. Mientras que los árboles de tipo B presentan un ciclo floral complementario (V Congreso Mundial del Aguacate, 2003).

Tabla 2. Variedades pertenecientes a los grupos de floración A y B

GRUPO A	GRUPO B
<ul style="list-style-type: none"> • Aboyce • Benik • Choquette • Duke • Esmeralda • Hass • Mac Can • Sartini 	<ul style="list-style-type: none"> • Bacon • Chica • Elsie • Fuerte • Grande • Hall • Jim • Major

Adaptado de Guzmán, 1989, p. 215



La floración en este cultivo, se da en un espacio de tiempo que va desde la parada del último flujo vegetativo, y termina con la aparición de la última inflorescencia. La temperatura, es esencial para la floración, ya que temperaturas diurnas entre 25 °C y 30 °C, estimulan el máximo rendimiento, mientras que temperaturas nocturnas no producen mayor efecto (Calabrese, 1992).

La flor del aguacate produce un gran número de granos de polen, que permanecen viables entre 5 a 6 días (entre 20,6 y 32,8°C y HR entre 57 y 63%). Almacenando el polen a 4 °C de temperatura y humedad relativa de 23% puede conservarse casi un mes. Una vez que el polen alcanza el estigma, no tarda en germinar produciendo el tubo polínico, a una temperatura de 25 °C. Los cultivares del grupo B se ven más afectados que los del grupo A por efecto de las bajas temperaturas durante la etapa floral (Calabrese, 1992).

La madurez fisiológica es la etapa cuando el fruto llega a su máximo crecimiento. Con dificultad se distingue las tres diferentes fases del desarrollo de una planta, crecimiento, madurez y envejecimiento, debido a la lentitud y

poca diferenciación que se presenta entre las transiciones de las etapas fenológicas (FAO, s.f.).

Madurez comercial, es aquella que alcanza las condiciones requeridas por el mercado objetivo (FAO, s.f.).

La maduración del aguacate, es un proceso que se define a partir de cambios bioquímicos, entre los cuales destaca la producción de etileno en el proceso de respiración y el proceso de ablandamiento, que influyen en el sabor del fruto de aguacate. En comparación con otros frutales, el fruto de aguacate, tiene la capacidad de alcanzar la madurez de consumo, fuera del árbol. Este comportamiento se explica por la presencia de sustancias reguladoras de maduración presentes en el pedúnculo del fruto, después de la cosecha (Barmore, 1977 ; Seymour y Tucker, 1993).

El metabolismo de los lípidos, es la base de la madurez del fruto, en aguacate, debido a que produce una acumulación acelerada de grasa y materia seca, siendo el ácido oléico, el principal componente (Kikuta y Erickson, 1999).

1.5. Requerimientos de Clima y Suelo

Clima – Requerimientos:

Temperatura: La temperatura óptima para el cultivo de aguacate es de 15 a 30 °C (Maldonado, 2010).

Temperatura de congelamiento fisiológico: El daño por helada ocurre al formarse hielo dentro del protoplasma de la célula. La formación de hielo intracelular causa una ruptura mecánica de la estructura protoplasmática. Los daños por helada tienen un efecto drástico para la planta entera o puede afectar a una parte del tejido, lo cual afecta la calidad del fruto (FAO, s.f.).

Picaduras de la piel, quemaduras y ennegrecimiento son los principales síntomas de daño por frío (0 - 2 °C), estos síntomas se detectan cuando el periodo es mayor a 7 días, que se antepone a las temperaturas generadoras de maduración. Los aguacates expuestos a temperaturas entre 3 - 5 °C por un periodo mayor a 15 días, pueden producir un oscurecimiento interno en la pulpa (gris, punto pulpa, pardeamiento vascular), un retraso en la maduración, y susceptibilidad ante patógenos. La fase en la que se produce el daño generado por el frío y su gravedad, depende del cultivar, zona de producción, y la etapa de madurez (UCDAVIS, s.f.).

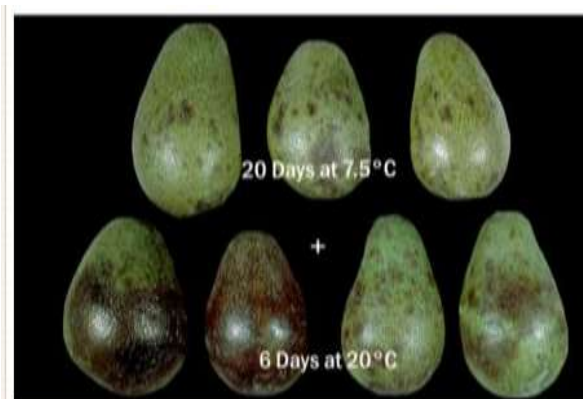


Figura 2. Temperaturas de congelación de aguacate
Tomado de UCDAVIS, s.f.

Humedad relativa: El requerimiento del cultivo es de 75 - 80%. La sequía, puede causar la muerte del polen provocando con esto efectos negativos en el proceso de fecundación, lo que afecta la producción. Por otro lado, el exceso de HR, puede facilitar el desarrollo de líquenes y algunos tipos de algas, a lo largo del tallo, ramas y hojas, además de algunas enfermedades que retrasan el desarrollo de frutos, inhibiendo la polinización (Maldonado, 2010).

Precipitación: 1,000 a 2,000 milímetros anuales (Maldonado, 2010).

Vientos: El exceso de vientos puede llegar a producir diferentes daños en el árbol, como por ejemplo, la caída del fruto, en etapas iniciales, la ruptura de ramificaciones, y un retraso en el proceso de floración, pues inhibe la correcta polinización, en caso de ser muy fuerte (MAGAP, s.f.).

Suelo – Requerimientos:

Suelos: Los más adecuados son franco arcillo - arenoso, franco - arenoso, profundos, y con un drenaje adecuado (Maldonado, 2010). Con un pH recomendado de 5.5 a 7.0 (MAGAP, s.f.).

1.6. Manejo agronómico del cultivo (BPA'S)

La limpieza de la superficie es fundamental para la preparación del suelo, seguida de la arada, rastrada y el hoyado considerando 40 cm de ancho, por 70 cm de profundidad para mejor manejo (MAGAP, s.f.).

Siembra: Previo a la plantación, se recomienda que los hoyos sean desinfectados con ceniza, en una dosis de 80 g/hoyo, adicionando materia orgánica para la buena retención de humedad, garantizando un buen prendimiento de los frutales (MAGAP, s.f.).

Riego: Los sistemas de riego más comunes son por inundación y por goteo, se recomienda realizarlos en las primeras horas de la mañana ya que son más frescas y con menor viento (MAGAP, s.f.).

Podas: La primera poda se debe realizar seleccionando 3 a 4 ejes principales, para lo cual se debe considerar el ángulo de inserción del eje y el diámetro del mismo, procurando que estos sean los más fuertes para no tener inconvenientes en la época de producción y se descarta los más débiles (MAGAP, s.f.).

Fertilización: Para mejor manejo y disminución de insectos que afecten al cultivo, los abonos verdes, naturales o sintéticos, ayudaran a cubrir el suelo con biomasa para disminuir la erosión y la aparición de malezas.

A los 4 meses de la plantación es aconsejable una buena fertilización, para que la planta tenga suficiente cantidad de nutrientes, elementos importantes en el anclaje de raíces y desarrollo de ápices de crecimiento, yemas y follaje (MAGAP, s.f.).

1.7. Variedades

Las variedades de mayor importancia económica en el país son: Hass y Fuerte, mismas que se describen a continuación.

- 1) Hass: Obtenida por hibridación patentada por Rudolph Hass, a partir de una semilla de raza Guatemalteca, el año de 1935. La forma de su copa es frondosa, sus hojas tienen una forma lanceolada. El 95% de las características de esta variedad provienen de la raza guatemalteca, mientras que el 5% restante proviene de la raza mexicana. Es un árbol de vigor mediano, pero en condiciones recomendadas, zonas altas (1200 a 2000 msnm), alcanza altas producciones (Bartoli, 2008). Posee floración tipo A. El fruto posee una forma ovalada, con un peso de 150 – 300 g, la cáscara es rugosa y resistente al manipuleo, su color es verde durante el desarrollo del fruto y en su estado de madurez comercial es de color oscuro. El período de duración de flor a fruto, es de 6 a 9 meses, siendo este periodo de tiempo, directamente proporcional a la altura de la localidad, sobre el nivel del mar (Albiña, 1986 ; Bartoli, 2008).

Esta variedad tiene una elevada demanda, por su sabor, la pulpa no posee fibra y contiene entre 18 al 22% de aceite (Bartoli, 2008). La productividad de la variedad se puede analizar, entre otros, bajo las condiciones de riego que alcanza las 16 t/ha, mientras que sin riego la productividad es de 6 t/ha promedio (Albiña, 1986 ; Bartoli, 2008).



- 2) Fuerte: Es un híbrido entre la raza guatemalteca y mexicana, se introdujo en Estados Unidos en el año de 1911, desde Puebla, México. El cultivo de aguacate, variedad Fuerte, ha sido uno de los primeros cultivos, en producción masiva (Barragán, 1999).

La variedad Fuerte se considera, la más importante, en cuanto a características de calidad de la fruta, resistencia y tamaño comercial. Es un árbol de copa abierta, que presenta floración tipo B, su fruto es piriforme, y tiene un peso promedio, que va desde 180 g a 420 g, el largo del fruto oscila entre 10 a 20 cm, mientras que su diámetro se encuentra entre 6 y 8 cm. La semilla es mediana, posee una corteza de 1 mm espesor, y su color es verde durante todo el proceso de madurez.

La pulpa de aguacate Fuerte, no posee fibra, y el porcentaje de aceite, esta entre el 18% y 22%. En Ecuador, el periodo productivo, se da entre los meses de febrero a julio (León, 1999). El contenido de materia seca (%), de esta variedad tiene una correlación con el contenido de grasa, y determina uno de los índices de madurez, siendo el mínimo requerido entre el 19 - 25%. Al comparar las variedades se obtiene que el 19.0% para Fuerte y 20.8% para Hass (UCDAVIS, s.f.).



Tabla 3. Número de granos de polen/ flor y variedades

Variedad	Nº de granos de polen / flor
Hass	7.641
Fuerte	4.743

Adaptado de Guzmán, 1989, p. 238

1.8. Situación del cultivo en el mundo y Ecuador

La producción comercial del aguacate a gran escala se inició en los años 30 en Estados Unidos (California y la Florida), para luego extenderse al Israel, Sudáfrica, España y México, como una alternativa al cultivo de café, abriendo mercado con la variedad Fuerte y Hass (Maldonado, 2010).

Convirtiéndose México en el país productor de aguacate, cosechando en el año 2014 1'100.000 toneladas de fruto, monto que representa más de 50% de la producción mundial que osciló en dos millones cien mil toneladas, siendo la Asociación de Productores Empacadores y Exportadores de Aguacate de México una de las organizaciones más importante del mundo (El Economista, s.f.).

En Ecuador la situación del cultivo de aguacate se resume en la Tabla 4.

Tabla 4. Número de árboles, producción y venta de aguacate en las tres regiones del país.

Región	Arboles (n)	Superficie (ha)	Producción (toneladas)
Sierra	46.455	320	2.042
Costa	73.676	510	11.089
Oriente	15.524	100	251
Total Nacional	134.650	940	13.382

Adaptado de MAGAP-ESPAC, s.f.

En la provincia de Pichincha, el número de árboles producidos, según los datos oficiales del MAGAP, es de 14.022,00, lo que determina un total de ventas de 69 toneladas métricas anuales (ESPAC, s.f).






Entre los limitantes que presenta la productividad de este cultivo, está el gran número de flores que se forman en los años en los que el árbol carga (etapa de floración), lo que determina una fuerte demanda de nutrientes, con el consiguiente empobrecimiento de las reservas y una competencia entre flores por nutrientes. El clima, es otro factor, para favorecer o dificultar la floración, fecundación, y el cuajado del fruto (Calabrese, 1992).

Los diferentes tipos de embalaje en los que se comercializa el aguacate, son importantes, también sobre la vida útil y el manejo adecuado de este fruto, pues se encarga de mantener la calidad, durante el tiempo de transporte y distribución.

1.9. Plagas y Enfermedades

A continuación se detallan las principales plagas y enfermedades que han marcado relevancia en las localidades Tumbaco y Perucho.

Tabla 5. Principales plagas y enfermedades del aguacate

Nombre Común	Producida	Síntomas	Gráfico
Trips	<i>Heliothrips s.p.</i>	Insecto que forman ensambles que causan daño en brotes vegetativos, inflorescencias y frutos en formación.	
Roña del Aguacate	<i>Sphaceloma persea.</i>	Hongo que afecta a la fruta, común en zonas con predominación al viento. Los frutos presentan lesiones, de aspecto corchoso, desde recién cuajados, hasta su completa formación. Daño exclusivo del pericarpio.	
Antracnosis	<i>Colletotricum s.p.</i>	Enfermedad de ataque en frutos, se desarrolla antes de la cosecha. Se presenta en la piel del fruto, cubriéndola de esporas rosáceas, que alcanzan la pudrición de la fruta a temperatura ambiente.	
Gusano del cesto	<i>Oiketicus s.p.</i>	Insecto que se adhiere por seda secretada, sobre el haz y envés de hojas maduras, genera lesiones de forma redonda. Puede llegar a atacar zonas de la epidermis del fruto, dejando al descubierto la pulpa.	
Enrollador	<i>Trichogramma sp.</i>	Insecto de color café claro, se alimenta de las hojas que enrolla con seda, dañando también brotes florares y flores. Adhiere frutos entre sí, por filamento sedoso. Se observan como manojos de hojas secas enrolladas, que resaltan en el verde del follaje sano.	

Adaptado de Coria, 2011

1.10. Fenología

Fenología es la ciencia que estudia la interacción entre los eventos periódicos del ciclo de vida de los organismos con los cambios ambientales, especialmente los meteorológicos como la luz, humedad y temperatura (Flores, 2009).

Etapa: Los límites de una etapa fenológica, están basados en la duración de dos fases sucesivas. Las etapas, presentan periodos críticos, que se definen como intervalos durante los cuales la planta presenta la sensibilidad máxima a diferentes elementos, generando que los valores de este fenómeno sean variables, viéndose reflejados en el rendimiento del cultivo, estos periodos son generalmente evidenciados, entre dos o tres semanas antes o después de las fases (Torres, 1995).

El ciclo de vida del árbol de aguacate depende de las características agroclimáticas y el manejo de la vida productiva varía entre 18 y 25 años, divididos en diferentes etapas fenológicas, detalladas a continuación:

- Vegetativa
- Inicio de producción
- Máxima producción
- Senescencia
- Muerte de la planta

Fases Fenológicas:

- Brotación
- Floración
- Fecundación
- Desarrollo del Fruto
- Madurez Fisiológica
- Madurez Comercial

Estado A: Yema en latencia

Se presentan yemas cerradas en brotes del ciclo vegetativo anterior. Su ubicación en la rama, puede ser terminal o axilar, encontrándose, cercanas a la yema apical (Cabezas, Hueso y Cuevas, 2002).



Figura 5. Yema en Latencia

Adaptado de Cabezas et al., 2002, p. 236

Estado B: Botones florales

La inflorescencia sufre una elongación y se hacen visibles, de forma individual pero aun agrupada en forma de panícula. En la base de la inflorescencia es mas oscura permanecen las brácteas y las escamas iniciales (Cabezas et. al, 2002).



Figura 6. Botones Florales

Adaptado de Cabezas et al., 2002, p. 236

Estado C: Floración

La antesis de las flores de la panícula se produce de forma sincronizada. Cada flor realiza dos aperturas, una como estado femenino, y otra como estado masculino (figura 7). Entre ambas fases, se produce un cierre intermedio y por último el cierre definitivo de la flor (Cabezas et. al., 2002).



Figura 7. Flores abiertas

Tomado de Cabezas et al., 2002, p. 236

Estado D: Marchitez de tépalos

Los tépalos presentan una marchitez que va desde el ápice hasta la base del mismo, de forma cónica a las flores (figura 8), y las piezas verticiladas del interior permanecen agrupadas (Cabezas et. al., 2002).



Figura 8. Marchitez de tépalos

Tomado de Cabezas et al., 2002, p. 236

Estado E: Cuajado

El ovario de color verde se ve engrosado en el centro de las flores que han sido polinizados y fecundadas (figura 9). Las restantes estructuras florales, también marchitas, se abren forzadas por el crecimiento del ovario (Cabezas et. al., 2002).



Figura 9. Cuajado

Tomado de Cabezas et al., 2002, p. 236.

Estado F: Fruto

La expansión de la pequeña baya da lugar a un fruto de forma piriforme (figura 10), globosa u ovalada, con un número variable de lenticelas en su epidermis dependiendo de la variedad (Cabezas et. al., 2002).



Figura 10. Fruto en desarrollo

Tomado de Cabezas et al., 2002, p. 236

1.11. Índices de cosecha

Permite determinar características internas y externas de la fruta, al momento de la cosecha. Estos índices deben ser simples, de bajo costo y no destructivos (Muñoz, 2011).

- **Madurez Fisiológica:** Hace referencia a la madurez obtenida después de la fase de desarrollo. Frutos que aún no han alcanzado las características organolépticas requeridas para el consumo. Este tipo de índice aplica a frutos de tipo climatérico, como el aguacate, que tiene la capacidad de generar etileno, característica que le permite culminar el proceso de maduración, a pesar de estar separado de la planta (López, 2003).
- **Madurez de Consumo:** Es el momento en el que el fruto alcanza las características adecuadas de sabor y textura, llegando al estado de mercado requerido. La madurez comercial o de consumo no debe coincidir con la madurez fisiológica, por lo tanto no deben coincidir con la cosecha (López, 2003).

1.12. Características Físicas

- **Calidad física del fruto:** Según la ficha técnica del INEN 1755, Frutas frescas (2015). Para aguacate debe cumplir los requisitos, la calidad del fruto, física, se detalla en la tabla 6.

Tabla 6. Calidad Física del Fruto de Aguacate.

Grado	Características
Extra	<p>El fruto debe poseer la forma y color característica de la variedad. Se permiten las siguientes variaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Defectos solo aceptables en la piel superficialmente ➤ Pedúnculo de 1mm – 3 mm.
Grado 1	<p>El color y forma característica de la variedad. Se permiten los siguientes defectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Defectos leves de forma y coloración. ➤ Defectos leves de la piel (formación acorchada, lenticelas dañadas) y quemaduras producidas por el sol. ➤ La superficie total afectada no debe ser mayor a los 4 cm²
Grado 2	<p>Los frutos deben contener características esenciales en lo que respecta a calidad. Los defectos permitidos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Defectos de forma y coloración ➤ Defectos de la cascara: Formación acorchada y lenticelas dañadas. ➤ Quemaduras producidas por el sol ➤ La superficie total afectada debe ser de máximo 6 cm²
No clasificado	<p>Todo aguacate que no pertenece a los grados antes mencionados.</p>

Adaptado de INEN, s.f.

- Color de la piel: Los cambios presentados en los frutos durante el proceso de maduración, se debe netamente a la degradación de clorofila, generando la aparición de nuevos pigmentos. El color de la piel estará influenciado por la absorción de la luz por las partículas del aguacate (Alvarado y Aguilera, 2001).
- Clasificación según el rango de masa: Según la ficha técnica del INEN 1755, Frutas secas. Aguacate. Requisitos, la calidad del fruto, física, se detalla en la tabla 7 y 8 para variedad Hass y Fuerte.

Tabla 7. Clasificación del fruto según el rango de masa de variedad Fuerte y Hass

Rango	Fuerte (g/unidad)	Hass (g/unidad)
A (Grande)	> 350	> 250
B (Mediano)	225 – 350	180 – 250
C (Pequeño)	< 225	< 180

Adaptado de INEN, s.f.

1.13. Características Químicas

- Firmeza del Mesocarpio: La degradación de las pectinas generada por enzimas proteolíticas, producen los cambios en la firmeza durante la fase de maduración del fruto (Alvarado y Aguilera, 2001).
- Materia Seca: Índice de medición que permite determinar la madurez y por lo tanto la época de cosecha. Se mide en porcentaje y debe estar entre el 19% - 25% dependiendo del cultivar. El método de obtención de porcentaje de materia seca, se basa en la deshidratación de la fruta a 105 °C en una estufa.
- Contenido Aceite: En el proceso de desarrollo del fruto de aguacate, los idioblastos, células especializadas, presentes en el mesocarpio son los

encargados del almacenamiento de aceite o de grasa, dependiendo de la variedad. En el aguacate el ácido graso que predomina esta entre un 70 y 80% de ácido oleico, mismo que tiene una acumulación en las células en forma de triglicérido. Otro ácidos importantes en el fruto de aguacate es el ácido linoléico (10 – 11%) y palmítico (7%) (Campos, 2011).

- Calibre: Se determina de acuerdo al peso del fruto, valores determinados por el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (Anexo 3) (INEN, s.f).

Países como Japón, USA, México y Canadá, especifican parámetros propios de exportación para el calibre que deben cumplir los frutos, mismos que se detallan en el anexo 4.

1.14. Unidades Térmicas

El desarrollo de los procesos metabólicos que se llevan a cabo en la planta, se ve influenciado por varios elementos climáticos, siendo la temperatura uno de los más importantes. La influencia de la temperatura en los cultivos, es muy amplia, bajas temperaturas retardan el desarrollo, siendo lo contrario en temperaturas altas con un cierto límite y acortando el ciclo vegetativo. Este factor es esencial para la determinación de la fecha de siembra, variables aplicadas a la producción y cosecha. Uno de los índices más utilizados para estas estimaciones son las unidades térmicas o grados días (García, 2013).

La producción agrícola es sensible a la variabilidad del clima. La temperatura es un factor determinante de la tasa de desarrollo de la planta y, bajo el cambio climático, las temperaturas más cálidas acortan las etapas de desarrollo de los cultivos, por lo que es muy probable que reduzcan el rendimiento de una variedad determinada (Wheleer, 2009).

Para el análisis de grados de temperatura en el cálculo de las fluctuaciones que se producen en la naturaleza, se utiliza varios métodos, basándose en las

temperaturas máximas y mínimas, todos estos son aproximaciones del número real de grados días acumulados, para un conjunto dado de temperaturas diarias, tomando en cuenta la precisión de los aparatos de medición meteorológicos utilizados y la precisión necesaria para el manejo del cultivo (UCDAVIS, 2014).

A pesar de que la acumulación grados días, sea independiente para cada etapa de desarrollo, esta suele ser relativamente constante, independiente de las fechas de siembra, cosecha, o del cultivar (Maldonado, 2010).

Dependiendo de los cambios de temperatura, las estadísticas grados - día, en cualquier lugar muestran variaciones locales y de temporada. Entre estos parámetros las duraciones promedio de grado - día durante períodos de enfriamiento y calentamiento, suman grados - día, y sus máximos juegan un papel importante en las aplicaciones prácticas (Kadioglu y Sen, 1999).

El cálculo de las unidades térmicas, se puede realizar a partir de la evaluación de varios métodos. Una vez obtenidos los grados días acumulados por cada etapa fenológica, en cada material y fecha de siembra, se realiza análisis de varianza individual y cambios entre fechas de siembra (Vásquez, 1993).

Para seleccionar el método más adecuado para el cálculo de unidades térmicas, se realiza una comparación entre los coeficientes de variación de los análisis de varianza, con las unidades calor acumuladas entre las fases fenológicas en estudio. Siendo el mejor método el que presente el coeficiente más bajo (Vásquez, 1993).

Los grados días y su acumulación representan el reloj térmico que controla la manifestación de las diferentes etapas de desarrollo de las plantas. Las plantas deben acumular una cierta cantidad de grados para pasar de un estado a otro.

Dependiendo de la velocidad en que se acumulen los grados días, los eventos fenológicos se adelantan o se atrasa. (Seymor y Tucker, 1993).

El comportamiento fenológico del aguacate, al igual que otros vegetales leñosos, se ve afectado por la temperatura, además de las características propias de cada localidad como: pendiente, tipo de suelo, profundidad del suelo, vientos, procedencia del material vegetativo, altitud, etc., todo esto genera una variabilidad en la respuesta productiva del árbol, por lo que la uniformidad difiere, pudiendo adelantar o retrasar el proceso, o simplemente no presentarse la condición fenológica dada (Flores, 2013). En el caso particular del aguacate la temperatura letal mínima para cada una de las razas es: mexicana (9 °C), guatemalteca (6 °C) y antillana (4 °C), respectivamente. El límite inferior de temperatura para crecimiento y desarrollo se encuentra a los 10 °C, mientras que el límite superior se ubica en 33 °C (Maldonado, 2010).

2. CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Para el presente estudio de fenología, se requirió de los siguientes materiales:

Tabla 8. Materiales

Materiales Biológicos	<p>Árboles de aguacate mayores a 7 años en la localidad de Perucho y mayores a 20 años en la localidad de Tumbaco:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Variedad Fuerte y Hass
Materiales de Campo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estación meteorológica portátil Data Logger: HOBO ➤ Tijeras de podar ➤ Etiquetas ➤ Cámara fotográfica ➤ Libro de campo ➤ Calibrador
Materiales de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Balanza ➤ Cuchillo ➤ Equipo de determinación de grasa Soxhlet. ➤ Hexano ➤ Estufa ➤ Cajas Petri
Materiales de Oficina	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Paquetes estadísticos (Infostat) ➤ Registros para libro de Campo ➤ Software Office (Microsoft Word y Excel)

2.2. Metodología

El presente estudio se realizó en dos fases:

De Campo: Estudio fenológico que comprende las etapas desde brotación de la yema hasta la madurez fisiológica del fruto, mediante la recolección de datos, en días y unidades térmicas, análisis físicoquímicos y rendimiento del cultivo de las dos variedades y las dos localidades en estudio.

Se seleccionó plantas mayores a siete años para la localidad de Perucho y mayores a veinte años para Tumbaco, etiquetando ramas, seccionando al árbol, basadas en los puntos cardinales (Norte, Sur, Este, Oeste), lo que dio como resultado 8 ramas por árbol. Los frutos se miden en largo y ancho hasta alcanzar la madurez fisiológica y se pesan al momento de la cosecha.

Una vez alcanzada la etapa de cosecha se recolectó todos los frutos del árbol, no solo los de las ramas seleccionadas, se los midió, se pesó y se expresó este dato en kg/ha.

De laboratorio: Se realizó el análisis de la calidad química de los frutos de las variedades Hass y Fuerte, siendo estos el porcentaje de materia seca y de contenido de aceite; estos análisis se realizaron en los laboratorios de la carrera Agroindustria y Alimentos de la Universidad de las Américas y del INIAP Estación Experimental Santa Catalina.

2.2.1. Localidades

El estudio se realizó en la provincia de Pichincha en dos localidades del cantón Quito: Tumbaco y Perucho. En el valle de Tumbaco, se contó con la colaboración del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y en Perucho en la propiedad del Ing. Miguel Seelig.

Tabla 9. Condiciones climáticas y geográficas de dos localidades.

Característica	TUMBACO	PERUCHO
Ubicación	INIAP Tumbaco, Granja experimental	Finca: Los Molles de la Alegría
Temperatura promedio	16.4°C	18°C
Humedad Relativa	75.23%	87%
Topografía	Plana	Ondulada
Textura del Suelo	Franco Arenoso	Franco Arenoso
Materia orgánica del suelo	3.96%	1.50%
pH del suelo	6.4	6
Altitud	2348 msnm	1850 msnm
Precipitación promedio anual	800mm	600 mm
Latitud	00° 13' 00" S	00° 06' 20" N
Longitud	78° 24' 00" O	78° 25' 26" O
Área Agroecológica	Bosque semi húmedo montano bajo templado	Bosque semi húmedo montano bajo templado

Adaptado de Flores, 2013, pp. 44 - 45

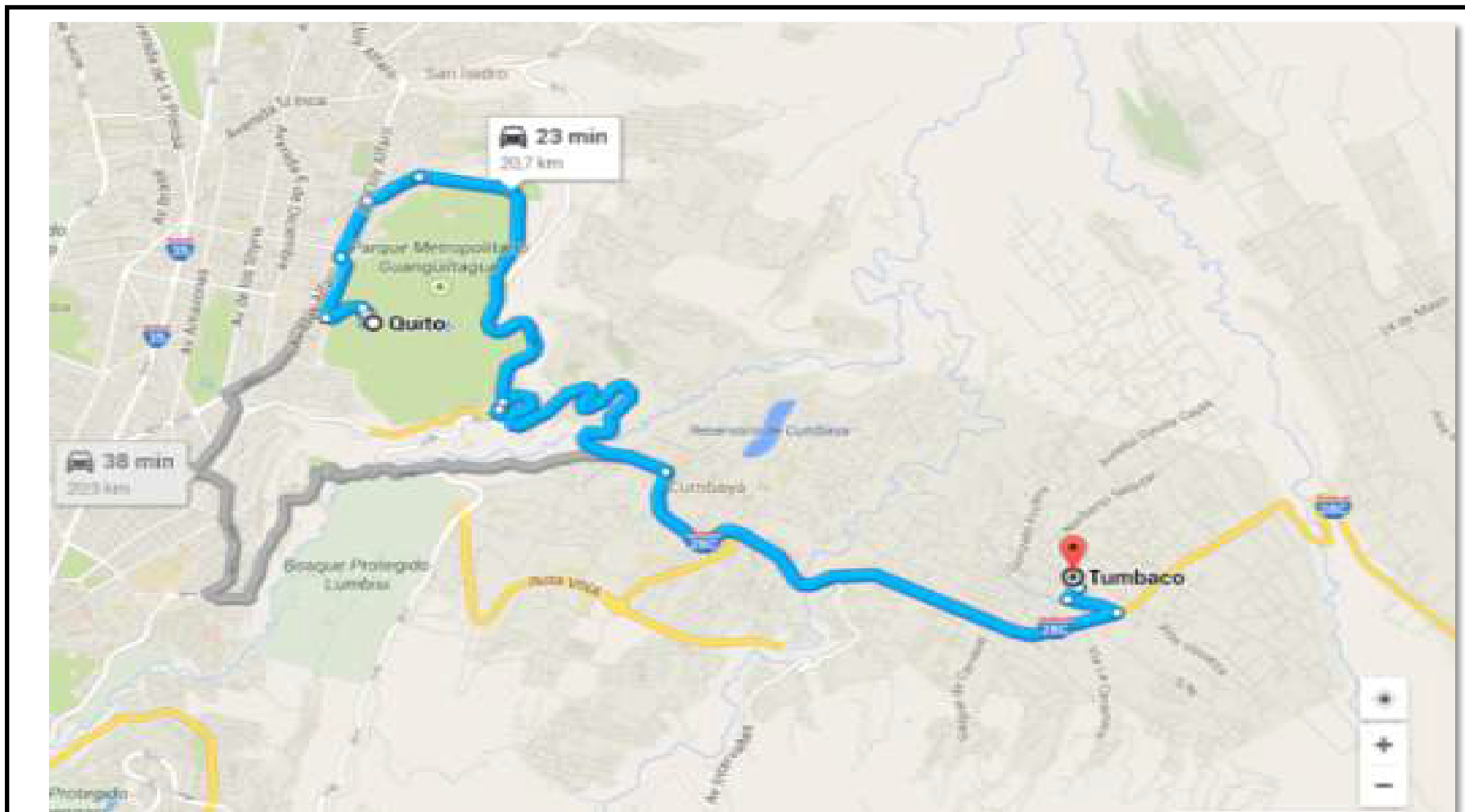


Figura 11. Ubicación geográfica de la localidad de Tumbaco 2014.

Tomado de Google Maps, s.f.

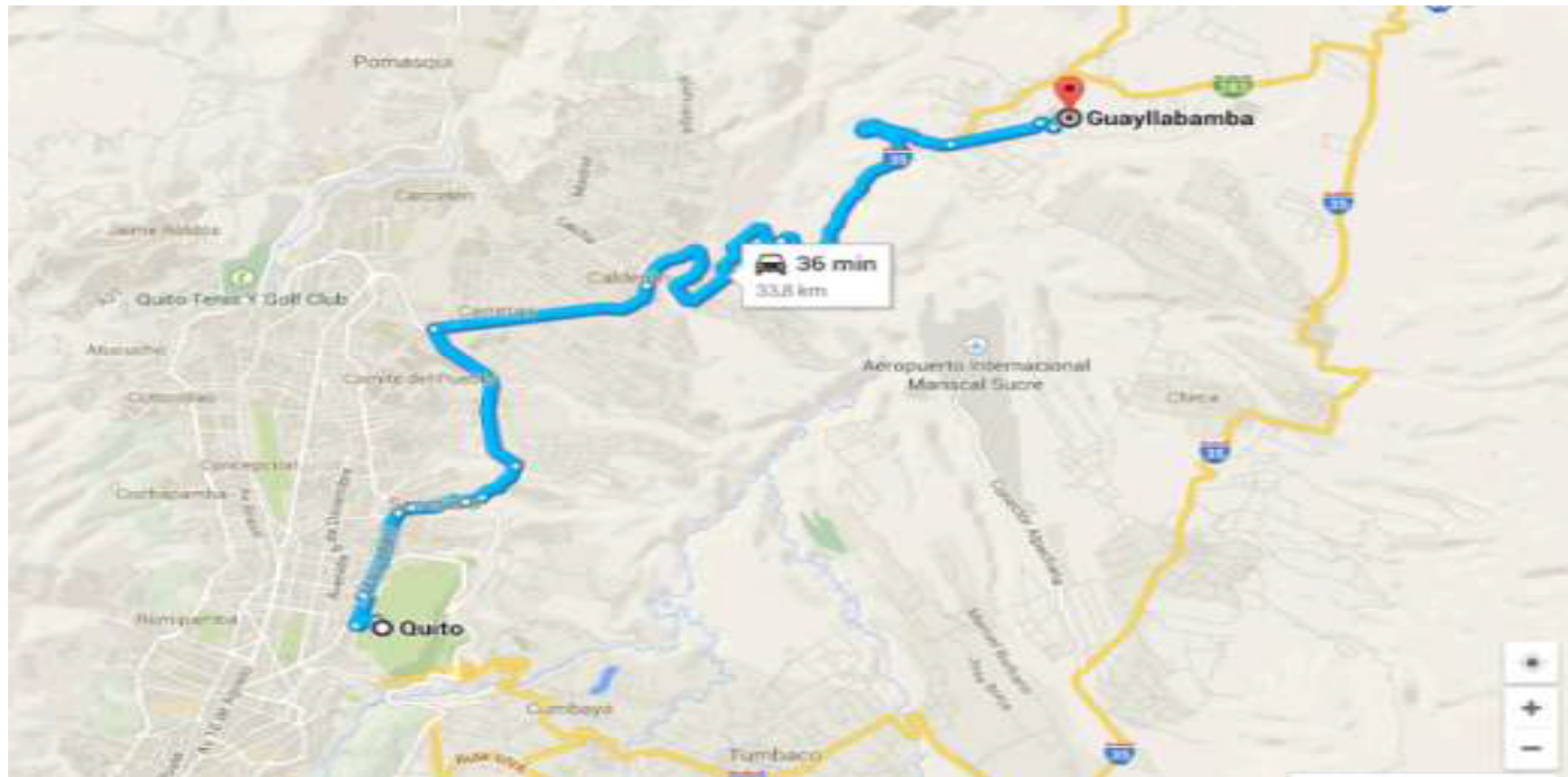


Figura 12. Ubicación geográfica de la localidad de Perucho, 2014.
Tomado de: Google Maps, s.f.

2.2.2. Método Estadístico

- Diseño Experimental

El presente estudio se realiza utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar (D.B.C.A) en arreglo factorial con dos factores (variedades y localidades), y cuatro repeticiones, la unidad experimental fue un árbol. Cada localidad conto con cuatro árboles por variedad.

El modelo matemático del diseño D.B.C.A. será expresado bajo la siguiente fórmula:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + b_j + \epsilon_{ij} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Dónde:

- Y_{ij} : Lectura del tratamiento i en el bloque j .
- μ : Promedio poblacional de la variable respuesta
- τ_i : Efecto del tratamiento " i ", con $i = 1, 2, \dots, t$
- b_j : Efecto del bloque " j ", con $j = 1, 2, \dots, r$
- ϵ_{ij} : Error asociado con la lectura del tratamiento i en el bloque j .

Los datos obtenidos en grados centigrados, fueron transformados a unidades de calor previo al análisis estadístico.

Cálculo de las unidades calor:

$$GD = \sum_{i=1}^n (T_p - T_b) i \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Dónde:

i = días

T_p = Temperatura promedio diaria

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

2.2.3. Factores de estudio

Tabla 10. Factor 1 Variedades

Variedad	Código
Fuerte	1
Hass	2

Tabla11. Factor 2 Localidades

Localidad	Código
Tumbaco	1
Perucho	2

2.2.4 Tratamientos

Tabla 12. Los tratamientos para el estudio de las dos localidades son:

Tratamientos	Descripción
1	Tumbaco – Fuerte
2	Tumbaco – Hass
3	Perucho – Fuerte
4	Perucho – Hass

2.2.5. Unidad Experimental

La unidad experimental del estudio fue un árbol de aguacate.

2.2.6. Análisis Estadístico

Tabla 13. Análisis de Varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	15
Localidad	1
Variedad	1
Localidad*Variedad	1
Repetición	3
Error Experimental	9

2.2.7. Análisis Funcional

Se realizaron los cálculos para obtener el coeficiente de variación y la prueba de separación de medias utilizando Tukey al 5%.

2.2.8. Variables

Las variables que se consideró en el presente estudio, están basadas en las etapas fenológicas del cultivo de aguacate desde la brotación de las yemas hasta la madurez fisiológica del fruto, contenido de aceite y materia seca del fruto, rendimiento del cultivo y variables poscosecha. La recolección dependió de las variables y fue diaria, semanal o quincenal, mismas que se detallan a continuación, tanto en días como en unidades térmicas y porcentajes. Para tener los datos de clima, se utilizó una estación meteorológica fija y dos data logger marca HOBO, que registró temperatura y humedad relativa en las localidades de estudio.

- *Inicio de brotación (días y unidades térmicas)*: Se consideró una yema brotada cuando esta tiene la forma de una roseta.
- *Floración (días y unidades térmicas)*: Se registró la fecha, cuando el 50% de flores de la inflorescencia se encontraron abiertas.
- *Fecundación (días y unidades térmicas)*: Se registró el momento en que los frutos de la inflorescencia alcanzaron un tamaño 10 mm de largo y 12 mm de ancho y se determinó el tiempo y el estado de estos frutos marcados.
- *Desarrollo del fruto (días y unidades térmicas)*: Se registró con una frecuencia de cada 15 días, y se determinó el tiempo y el estado de estos frutos en las ramas marcadas, midiendo el largo y el ancho de los mismos.

- *Madurez fisiológica (días y unidades térmicas)*: Se midió el largo y el ancho de los frutos, observando frecuentemente el color y brillo del mismo.
- *Peso del fruto (g)*: Con la balanza analítica como equipo principal, se pesó los aguacates en gramos al momento de la cosecha.
- *Materia Seca (%)*: Se analizó la pulpa del fruto en un peso igual a 10 g / muestra. Se sometió a la muestra a una temperatura de 105°C en una estufa por 16 horas (INIAP, s.f.). El cálculo de la materia seca se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Materia Seca (\%)}: \frac{\text{Prms} - \text{Pr}}{\text{Prmh} - \text{Pr}} * 100 \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Dónde:

MS: Porcentaje de Materia Seca

Pr: Peso del recipiente en gramos

Prmh: Peso del recipiente + muestra húmeda (g)

Prms: Peso del recipiente + muestra seca (g)

- *Aceite (%)*: Se selecciono frutos (3) de cada árbol, antes de alcanzar la madurez fisiológica y una vez alcanzada la madurez fisiológica (3) en cada localidad y de cada variedad. El solvente utilizado para el análisis fue el hexano y el método de extracción de aceite fue el utilizado en INIAP Santa Catalina.

Bajo la siguiente fórmula:

$$\text{Aceite \%} = \frac{\text{Pbr} - \text{Pb}}{\text{Pm}} * 100 \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Dónde:

Pb: Peso del tubo (g)

Pbr: Peso del tubo más residuo (g)

Pm: Peso de la muestra (g)

- *Rendimiento (kg/ha)*: Para esta variable se cosecharon todos los frutos de los árboles marcados, en estado de madurez fisiológica, se los midió en largo y ancho y se los peso. A partir de estos valores se proyectó el rendimiento en kg/ha para cada una de las localidades.

2.3. Manejo del Experimento

El manejo del cultivo para cada una de las localidades se realizó bajo cumplimiento de un cronograma establecido por los propietarios o administradores de los huertos donde se realizó el estudio.

2.3.1. Localidad Tumbaco

El manejo agronómico del cultivo se realizó el Instituto INIAP, bajo un cronograma y aplicando las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA'S), establecidas por INIAP.

Este cronograma aplicó para todas las repeticiones, árboles, etiquetados en esta localidad, tanto para la variedad Hass como para la variedad Fuerte, se realizó un control de malezas, manual, cada mes. El control fitosanitario, fue en función de la aparición de las plagas.

El riego por goteo, con una frecuencia semanal y una duración de entre 3 a 6 horas, para la variedad Fuerte, mientras que para la variedad Hass el riego fue de forma manual en los volúmenes de agua recomendados y en las fechas establecidas. Estos y otros controles requirieron el cultivo durante el tiempo de desarrollo del estudio, se detallan en el anexo 5.

Debido a la fuerte lluvia con granizo que se presentó el 23 de septiembre del 2014, el presente estudio tuvo que ser repetido, ya que hubo daños en el follaje y los frutos. El informe de este fenómeno se presenta en el anexo 7.

2.3.2. Localidad Perucho

Para la localidad de Perucho los controles y requerimientos del cultivo son realizados por trabajadores de la propiedad de Los Molles de la Alegría, cuyo propietario es el ingeniero Miguel Seelig.

El manejo del cultivo en esta localidad, es mensual, se realizó el control de maleza por método manual, el sistema de riego es por goteo, dos veces por semana comenzando de 7 am a 1 pm utilizando 20 litros de agua por árbol. El control fitosanitario, se realizó mensualmente de acuerdo a las necesidades del cultivo.. Estos y otros controles en el cultivo se detallan en el anexo 6.

3. CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detalla y analiza los resultados obtenidos, para los estados fenológicos a partir de la fase de brotación, hasta alcanzar la madurez fisiológica, considerando el tiempo entre las fases fenológicas en días y unidades térmicas, para las dos variedades de aguacate, Hass y Fuerte, en las dos localidades estudiadas (Tumbaco y Perucho). Se analizaron también las variables físicas del fruto como el peso, longitud y diámetro y las características químicas como porcentaje de aceite y materia seca además del rendimiento productivo del cultivo por localidad y variedad.

3.1. Yema latente a Yema hinchada

En la tabla 14, se detalla el análisis de varianza de la variable yema latente a yema hinchada. En el caso de las unidades térmicas (UT), se observó que no existen diferencias significativas entre localidades, variedades y la interacción localidad por variedad. Mientras que, cuando se realizó el análisis considerando los días, se observó diferencias altamente significativas únicamente entre localidades, aceptando la hipótesis alternativa (H_a). Los coeficientes de variación obtenidos están dentro de los márgenes de aceptación cuando la investigación se realizó en campo (28.53% días; 21.08% UT).

Tabla 14. Análisis de varianza para yema latente a yema hinchada, en días y unidades térmicas, en dos localidades y dos variedades, 2015.

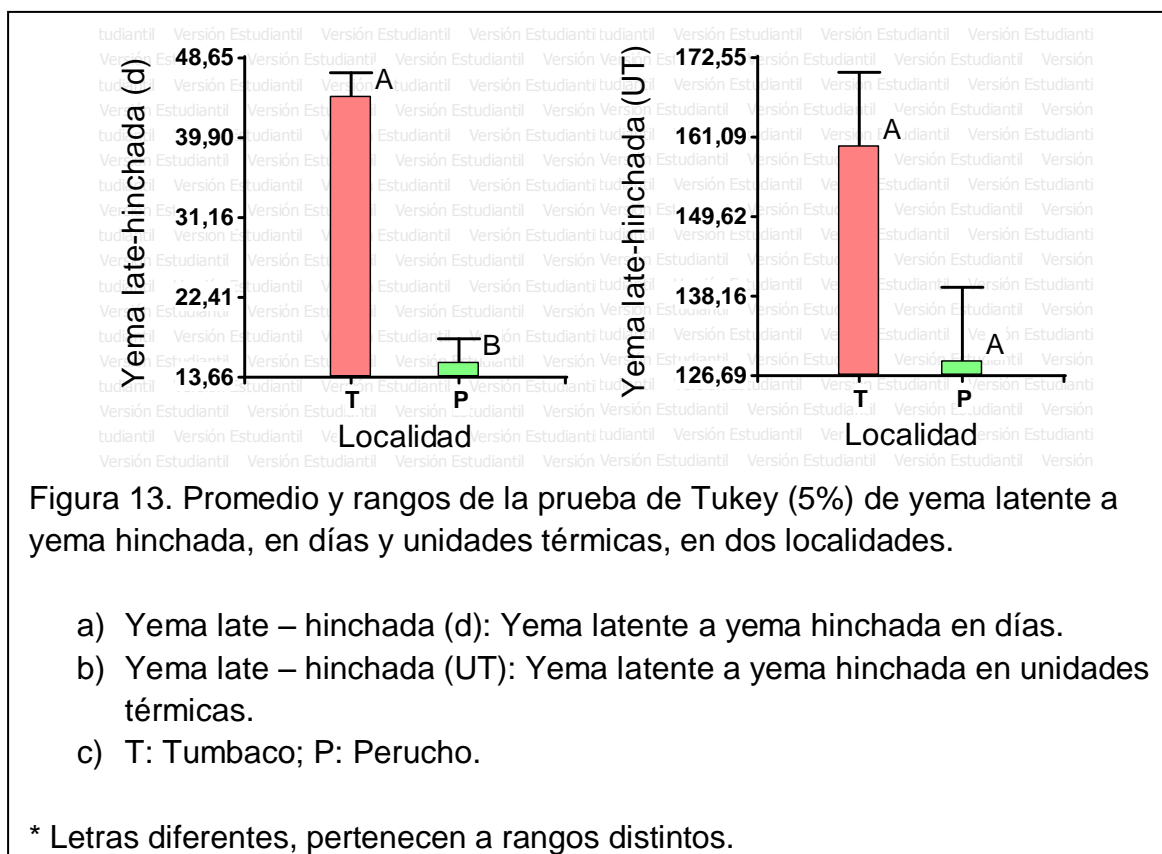
F.V.	GI	Días		Unidades térmicas	
		SC	CM	SC	CM
Total	15	4096.44		14647.53	
Localidad (L)	1	3393.06	3393,06**	3827.9	3827,9 ^{ns}
Variedad (V)	1	18.06	18,06 ^{ns}	114.49	114,49 ^{ns}
L x V	1	27.56	27,56 ^{ns}	386.12	386,12 ^{ns}
Repetición	3	138.19	46.06	1994.62	664.87
Error Exp.	9	519.56	57.73	8324.41	924.93
CV (%)		<u>28.53</u>		<u>21.08</u>	

Nota: FV: Fuentes de Variación; GI: Grados de Libertad; SC: Suma de Cuadrados; CM: Cuadrados Medios; CV: Coeficiente de Variación.

En la figura 13, se presenta los promedios, prueba de Tukey (5%), con los rangos de la desviación estándar para las dos localidades estudiadas. La localidad de Perucho en días tiene un menor periodo entre la fase de yema latente a hinchada. En el caso de Tumbaco para llegar a esta fase fenológica requirió 2.9 veces más días que en Perucho, esto es 44.4 días en Tumbaco, mientras que en Perucho alcanzó a los 13.3 días. Esto permite inferir que las UT requeridas para esta fase fenológica son estadísticamente iguales, independientemente de la localidad donde hayan sido cultivadas.

En la fase de formación de yemas reproductivas a partir de yemas latentes, puede estar controlado por sustancias hormonales, que se activan por efecto de las condiciones ambientales, factores bióticos, nutrición de la planta entre otros (Sánchez, 2012). A temperaturas superiores a los 6°C se inicia el estímulo para que el árbol siga en crecimiento y desarrollo, y pase de estado vegetativo a estado reproductivo, fenómeno fisiológico que se presenta hasta tres veces al año (Dussan, 2014).

El principal factor ambiental que incide es la temperatura, pues la localidad de Perucho tiene temperaturas más altas que las de Tumbaco (Anexo 8) por lo que en Perucho se alcanzó la fase fenológica en menor tiempo.



3.2. Yema hinchada a Botones florales

El análisis de varianza de la variable yema hinchada a botón floral, permitió detectar diferencias significativas únicamente para el efecto principal de localidad, tanto en días como en unidades térmicas, no así para variedades y la interacción variedad por localidad (Tabla 15), por tanto se acepta la hipótesis alternativa en el caso de localidades, no así para variedades y la interacción localidad por variedad. Los coeficientes de variación están dentro de los rangos aceptables.

Tabla 15. Análisis de varianza de yema hinchada - botones florales, en días y unidades térmicas, en dos localidades y dos variedades, 2015.

F.V.	GI	Días		Unidades Térmicas	
		SC	CM	SC	CM
Total	15	1367.94		69680.03	
Localidad (L)	1	410.06	410,06*	45332.8	45332,8*
Variedad (V)	1	27.56	27,56 ^{ns}	1178.89	1178,89 ^{ns}
L x V	1	33.06	33,06 ^{ns}	2156.21	2156,21 ^{ns}
Repetición	3	467.69	155.9	11721.49	3907.16
Error Experimental	9	429.56	47.73	9290.63	1032.29
CV (%)		16.23		12.64	

La separación de medias utilizando la prueba de Tukey al 5% se realizó exclusivamente para localidades (Tabla 16), para la variable yema hinchada a botón floral, también se presenta la desviación estándar y los rangos.

El tiempo requerido para alcanzar esta fase fenológica fue mayor en la localidad de Tumbaco (47.6 días y 307.3 UT), mientras que en Perucho este periodo de tiempo fue menor (37.5 días y 307.4 UT), siendo 1.3 veces más corto que en la localidad de Tumbaco.

Todo lo encontrado, nos permite sugerir que las UT (200.9, Tumbaco – 307.3, Perucho) y el número de días (37.5, Perucho - 47.6, Tumbaco) requeridos para completar este periodo fenológico, de yema hinchada a botones florales, son estadísticamente diferentes para las localidades de Tumbaco y Perucho. La brotación y crecimiento en los cultivos según Sánchez (2012), están asociados a la disminución de inflorescencias, las cuales están acompañados de producciones altas de brotes vegetativos, haciendo que los brotes reproductivos de crecimiento ocurran en menor magnitud, fenómeno que va acorde con lo sucedido en la localidad de Tumbaco, en donde los brotes de las ramas seleccionadas, debido al ciclo, fueron en mayoría vegetativos, mientras que un menor porcentaje fueron reproductivos, lo que generó un aumento en los días y unidades térmicas para que se genere el cambio de fase fenológica.

Tabla 16. Promedios, prueba de Tukey (5%) y desviación estándar de yema hinchada a botones florales en días y unidades térmicas, en dos localidades, 2015.

Localidad	Días	Unidades Térmicas
Perucho	37,5 b \pm 7.14	307.4 b \pm 75.2
Tumbaco	47,6 a \pm 7.14	307,3 a \pm 75.2

Nota. Letras diferentes corresponden a rangos distintos

3.3. Botón floral a Floración

La tabla 17 presenta el análisis de varianza de la variable botone floral a floración, con un coeficiente de variación aceptable para estudios de investigación de campo.

Tabla 17. Análisis de varianza para botones florales - floración, en días y unidades térmicas, en dos localidades y dos variedades, 2015.

F.V.	GI	Días		Unidades Termicas	
		SC	CM	SC	CM
Total	15	2092.94		18601.49	
Localidad (L)	1	1785.06	1785,06**	2818.28	2818,28 ^{ns}
Variedad (V)	1	18.06	18,06 ^{ns}	1675.47	1675,47 ^{ns}
L x V	1	18.06	18,06 ^{ns}	1144.64	1144,64 ^{ns}
Repetición	3	36.19	12.06	2948.11	982.7
Error Exp.	9	235.56	26.17	10014.99	1112.78
CV (%)		11.64		13.66	

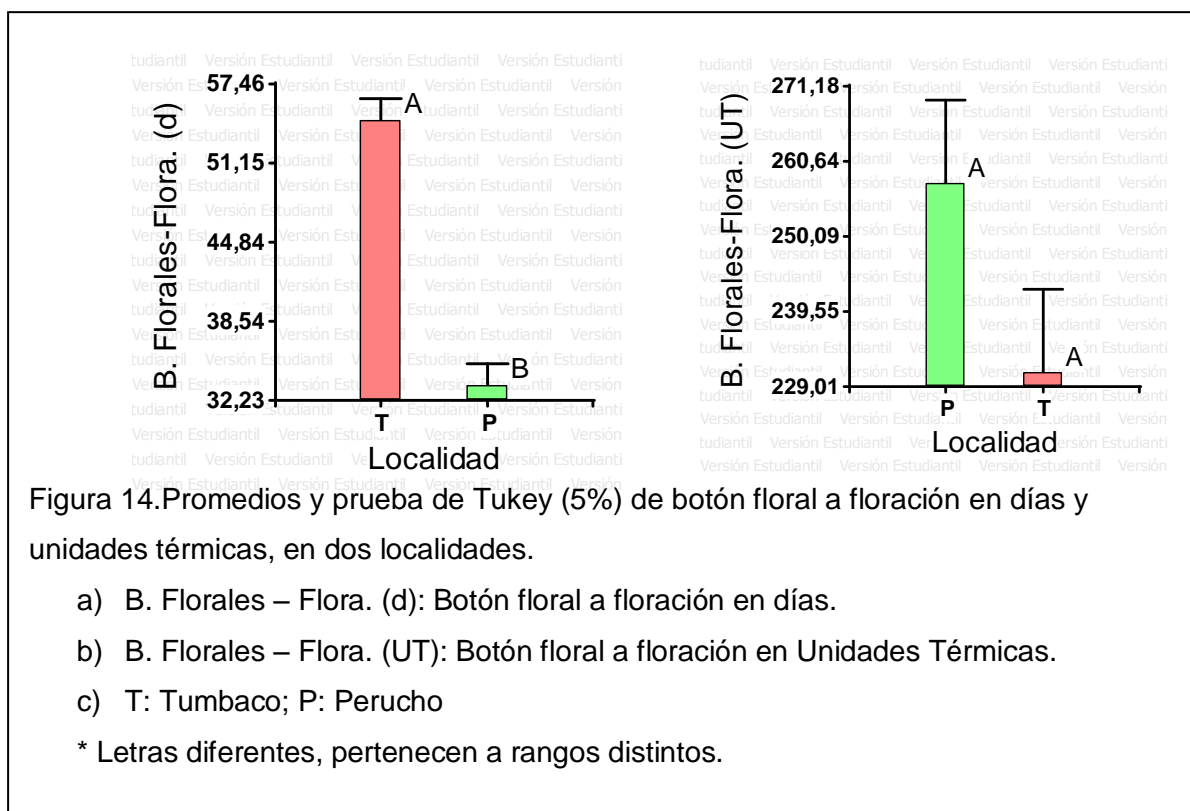
En el caso de localidades se determinó una diferencia altamente significativa para la variable estudiada en días, mientras que entre variedades y en la interacción variedad y localidad no se ha determinado diferencias estadísticas en días y Unidades térmicas.

A pesar de presentar diferencias significativas en días entre localidades, para la cual se acepta la hipótesis alternativa (H_a), mientras que las unidades térmicas no presentan diferencia estadística, aceptando la hipótesis nula (H_0).

Los promedios de la diferencia encontrada entre localidades para la variable de botones florales a floración, se encuentran detallados en la figura 14, donde la localidad de Tumbaco presentó mayor período de tiempo para alcanzar esta fase que la localidad de Perucho.

Según el estudio de Dussan (2014) sobre técnicas de inducción floral para la programación de cosechas de aguacate, se sabe que los principales factores que afectan a la floración son la disponibilidad de agua, fotoperiodo y temperatura.

Esto demuestra que las condiciones climatológicas, de temperatura y humedad relativa de la localidad de Perucho, favorecieron la fase de botón floral a floración, que las presentadas en Tumbaco (Anexo 8), haciendo que esta localidad requiera un mayor número de días (54.5 días).



Los resultados obtenidos en el presente estudio comparados con los encontrados por Flores (2013) sobre un estudio fenológico de dos variedades de aguacate Hass y Fuerte, demuestran que los resultados del análisis de varianza y promedios, para los factores variedad y la interacción variedad localidad son iguales, mientras que en el factor de localidad existen diferencias entre ambos estudios, pues para Flores, la diferencia en días y Unidades térmicas, tiene significancia, mientras que en el presente estudio, esta se muestra únicamente en días, hecho que se produce debido a las diferencias de altura que existen entre Perucho y San José de Minas.

3.4. Floración – Cuajado del fruto

En el análisis de varianza de la tabla 18 se observa la fase fenológica floración a cuajado del fruto, con coeficientes de variación adecuados para una investigación en campo (11.87% días; 9.28% UT).

Tabla 18. Análisis de varianza para la fase fenológica floración a cuajado de fruto, en días y unidades térmicas, en dos localidades y dos variedades, 2015.

F.V.	GI	Días		Unidades térmicas	
		SC	CM	SC	CM
Total	15	3059,75		16604,45	
Localidad (L)	1	2601,00	2601,00**	406,73	406,73 ^{ns}
Variedad (V)	1	20,25	20,25 ^{ns}	3333,04	3333,04*
L x V	1	196,00	196,00**	8469,98	8469,98**
Repetición	3	30,75	10,25	226,48	75,49
Error Exp.	9	211,75	23,53	4168,23	463,14
CV (%)		11,87		9,28	

Se observa diferencias altamente significativas entre localidades en días, diferencias significativas entre variedades en UT, y diferencias altamente significativas en la interacción localidad por variedad, tanto en días como en unidades térmicas. En el caso de variedades las diferencias son estadísticas, y en el caso de la interacción localidad x variedad se observan diferencias estadísticas.

Tabla 19. Promedios, prueba de Tukey (5%) y desviación estandar de la fase floración a cuajado en días y unidades térmicas en dos localidades, 2015.

Localidad	Medias (Días)	Medias (Unidades Térmicas)
Tumbaco	53.63 b \pm 18.04	236.98 a \pm 7.1
Perucho	28.13 a \pm 18.04	226.89 a \pm 7.1

* Letras diferentes corresponden a rangos distintos

En el caso de los promedios por localidades, se puede evidenciar que la localidad de Tumbaco, requiere un mayor número de días (53.63 días) que la localidad de Perucho (28.13 días), esto debido a que la temperatura de Perucho es superior a la de Tumbaco. Como se observa en la figura 15.

Para la fase de floración a desarrollo del fruto es importante considerar condiciones climáticas previas. Según Romero (2012), bajo condiciones del trópico, estigmas de flores en fase masculina aún son receptivos, mientras que en otras latitudes se ha detectado alteraciones en el desarrollo del ciclo.

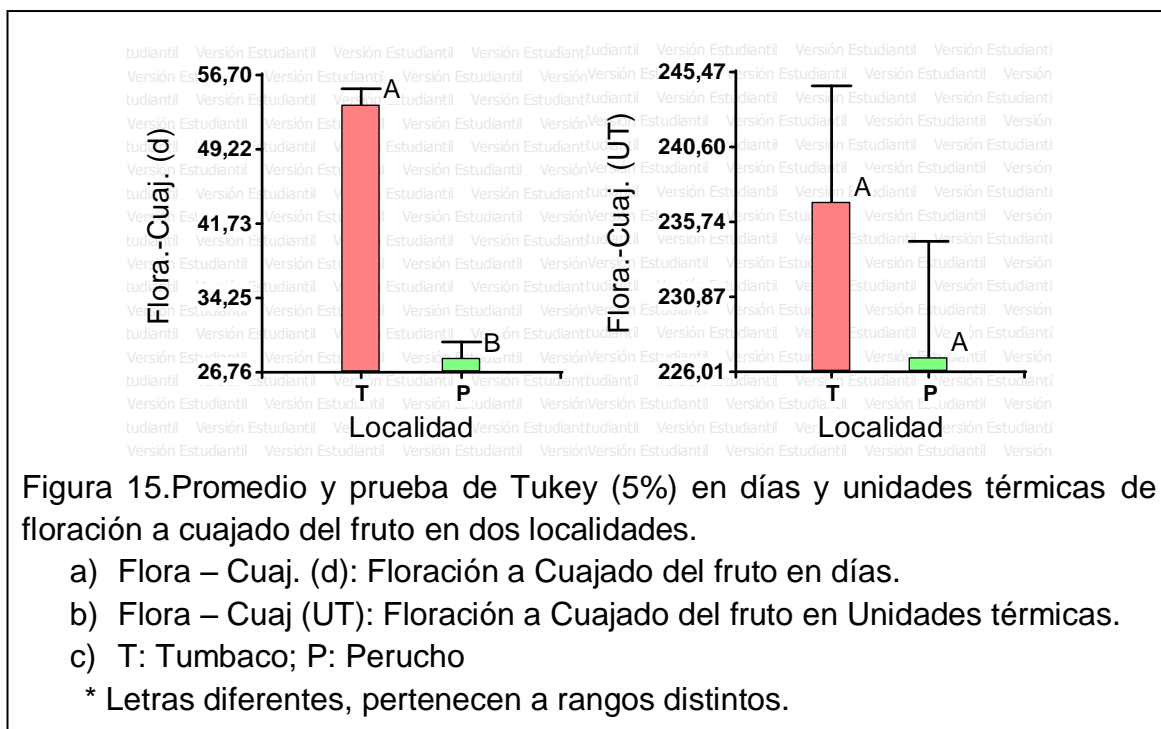


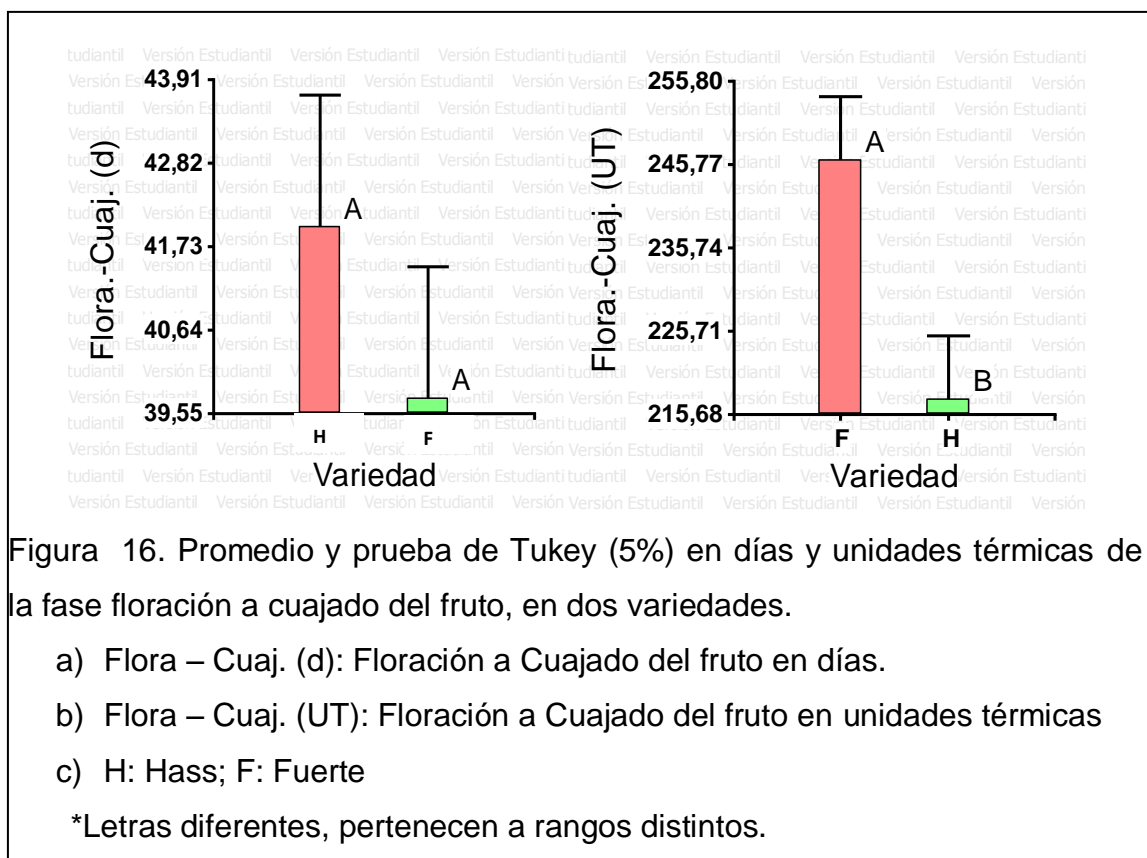
Tabla 20. Promedios, prueba de Tukey (5%) y desviación estandar de la fase fenológica floración a cuajado del fruto en días y unidades térmicas, en dos variedades, 2015.

Variedad	Días	Unidades térmicas
HASS	42.00 a \pm 1.6	217,50 b \pm 20.4
FUERTE	39.75 a \pm 1.6	246,37 a \pm 20.4

* Letras diferentes corresponden a rangos distintos

A partir de los promedios obtenidos se puede evidenciar que en días la variación entre variedades es similar, mientras que en unidades térmicas la variedad Fuerte requiere mayor número de unidades calor (246.37 UT), frente a la variedad Hass que requiere 217.50 UT, en promedio, como se observa en la tabla 20. Según Lavaire (2013), indica que la precipitación excesiva genera algunos problemas al cultivo de aguacate, ya que es sensible al encharcamiento, teniendo como efecto la asfixia radicular, acción que favorece la presencia del hongo *Phytophthora cinamoni* causante de la pudrición de raíces, provocando en algunos casos una disminución en la producción pues es el causante de la caída en flores y frutos, lo que hace que el periodo sea más lento en la variedad afectada. Hongo que se hizo presente en la localidad de Tumbaco, debido a la presencia de abundantes lluvias en el mes de septiembre del 2014, lo que generó no solo retraso en el ciclo fenológico de las plantas, si no también problemas en las hojas y caída de frutos.

La diferencia altamente significativa entre variedades en gran medida se debe al origen genético de los parentales, pues a pesar de la similitud que tienen, su proceso de hibridación es distinto, mismo que ocasiona diferencias en el comportamiento fisiológico de la planta, como indica Ávila y Rodríguez (1993) que indica que los híbridos producto del cruzamiento de la raza Mexicana Antillano, tiene un comportamiento más precoz. Por lo dicho anteriormente se puede determinar que los resultados del presente estudio coinciden con los resultados propios de cada parental de las dos variedades en estudio, obteniendo una medio en UT de 217.50 para la variedad Hass y de 243.47 UT., en la variedad Fuerte.



En el caso de la interacción variedades localidades se puede determinar diferencias estadísticas al 1%, que se representan en la tabla de promedio 21.

Tabla 21. Promedios, prueba de Tukey (5%) y desviación estándar de floración a cuajado del fruto en días y unidades térmicas, para la interacción variedad localidad, 2015.

Localidad x Variedad	Días	Unidades térmicas
Perucho - Fuerte	32,75 b ± 15.3	264,33 a ± 31.9
Perucho - Hass	23,50 b ± 15.3	189,45 b ± 31.9
Tumbaco - Hass	56,00 a ± 15.3	245,55 b ± 31.9
Tumbaco - Fuerte	51.25 a ± 15.3	228,40 ab ± 31.9

*Letras diferentes corresponden a rangos distintos.

El periodo de floración a cuajado del fruto que se presenta en Tumbaco requiere mayor número de días frente a Perucho. La variedad Fuerte necesita un menor número de unidades térmicas que el Hass en Tumbaco, mientras que

en la localidad de Perucho la variedad Fuerte, necesita un mayor número de días y de UT que la variedad Hass.

Esta diferencia entre variedades puede darse por la sequía que se presenta en la parcela donde se encuentran ubicados los árboles Hass en Tumbaco, por el difícil acceso del riego que se generó por la falta de riego por goteo en esta zona y por la falta de lluvias durante la fase de flor a cuajado del fruto, pues los periodos de sequía prolongados, causan la caída de hojas, reduciendo el rendimiento.

Los resultados obtenidos en esta investigación, concuerdan con la información reportada por Flores (2013), que señala que existieron diferencias altamente significativas, para la variable floración a cuajado del fruto en días y unidades calor, tanto para variedades, localidades y para la interacción localidades variedades, resultado que coincide con nuestro análisis como se demuestra en la tabla 18.

3.5. Materia Seca

En la tabla 22 se presenta el análisis de varianza de las variedades de aguacate Hass y Fuerte, para las dos localidades en estudio, en dos estados del desarrollo del fruto, antes y después de alcanzar la madurez fisiológica. Los coeficientes de variación obtenidos, son aceptados para una investigación en campo (6.44 Materia seca antes de madurez fisiológica – 7.81 Materia seca en madurez fisiológica). Como se puede observar, no existen diferencias significativas entre localidades en esta variable, por lo que se puede determinar que el contenido de materia seca, no está influenciado por las condiciones ambientales de las localidades, mientras que en el caso de las variedades si existen diferencias altamente significativas, lo que demuestra que esta variable, es determinada por las características genéticas de la variedad, lo que coincide con el estudio de Salazar, Gonzales y Tapia (2015), en el estudio de Influencia del clima, humedad del suelo y época de floración sobre la biomasa y

composición nutrimental de frutos de aguacate Hass en Michoacán, México, donde se determinó que el clima no tuvo influencia sobre el contenido de materia seca.

Tabla 22. Análisis de varianza del contenido de materia seca (MS) del fruto de aguacate, antes y en madurez fisiológica de la variedad Hass y Fuerte en dos localidades, 2015.

F.V.	GI	Materia Seca*		Materia Seca**	
		SC	CM	SC	CM
Total	11	267,21		191,74	
Localidad (L)	1	0,01	0,01 ^{ns}	0,36	0,36 ^{ns}
Variedad (V)	1	250,25	250,25 ^{**}	157,62	157,62 ^{**}
L x V	1	0,85	0,85 ^{ns}	1,39	1,39 ^{ns}
Error Exp.	8	16,09	2,01	32,37	4,05
CV (%)		6.44		7.81	

Nota: *Contenido de materia seca (MS) antes de madurez fisiológica;

**Contenido de materia seca (MS), en madurez fisiológica.

En el caso de los promedios obtenidos para el contenido de materia seca (%), se pudo determinar que no existen diferencias. Se observa también, que con el transcurso del tiempo del desarrollo del fruto, el porcentaje de materia seca, va en aumento, en este caso, pasando en promedio del 26.60% al 29.38% para la variedad Hass y de 17.40% a 22.13% para la variedad Fuerte. Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los datos obtenidos por Cerdas, et. al., (2014), sobre la verificación del contenido de materia seca como indicador de cosecha para aguacate en Costa Rica, en el que se concluye que el 23% de MS, es un índice aceptable, considerando el color del fruto y la adherencia de la semilla.

Tabla 23. Promedios, prueba de Tukey (5%) y desviación estandar de contenido de materia seca, entre variedades, 2015.

Tratamiento	Materia Seca*	Materia Seca**
	(%)	(%)
Hass	26.60 a \pm 6.51	29.38 \pm 5.12
Fuerte	17.40 b \pm 6.51	22.13 \pm 5.12

Nota: *Contenido de materia seca (MS) antes de madurez fisiológica;

**Contenido de materia seca (MS), en madurez fisiológica.

*Letras diferentes corresponden a rangos distintos

La materia seca es alta, y se usa comúnmente como índice de madurez. Los valores de contenido de materia seca varían dependiendo del cultivar entre 19% y 25%, para Fuerte y Hass respectivamente antes de que el fruto alcance su madurez fisiológica, según Fernández (2012).

3.6. Contenido de Aceite

En la tabla 24 se presenta el análisis de varianza del contenido de aceite antes de madurez fisiológica (*) y en madurez fisiológica (**) en base seca, para la variedad Hass y Fuerte en las dos localidades en estudio, no existiendo diferencias significativas entre tratamientos para esta variable, ni para la interacción localidad variedad. Mientras que entre variedades, esta se muestra altamente significativa. El coeficiente de variación es aceptable para ambos factores en análisis (6.62 Aceite* y 3.43 Aceite**).

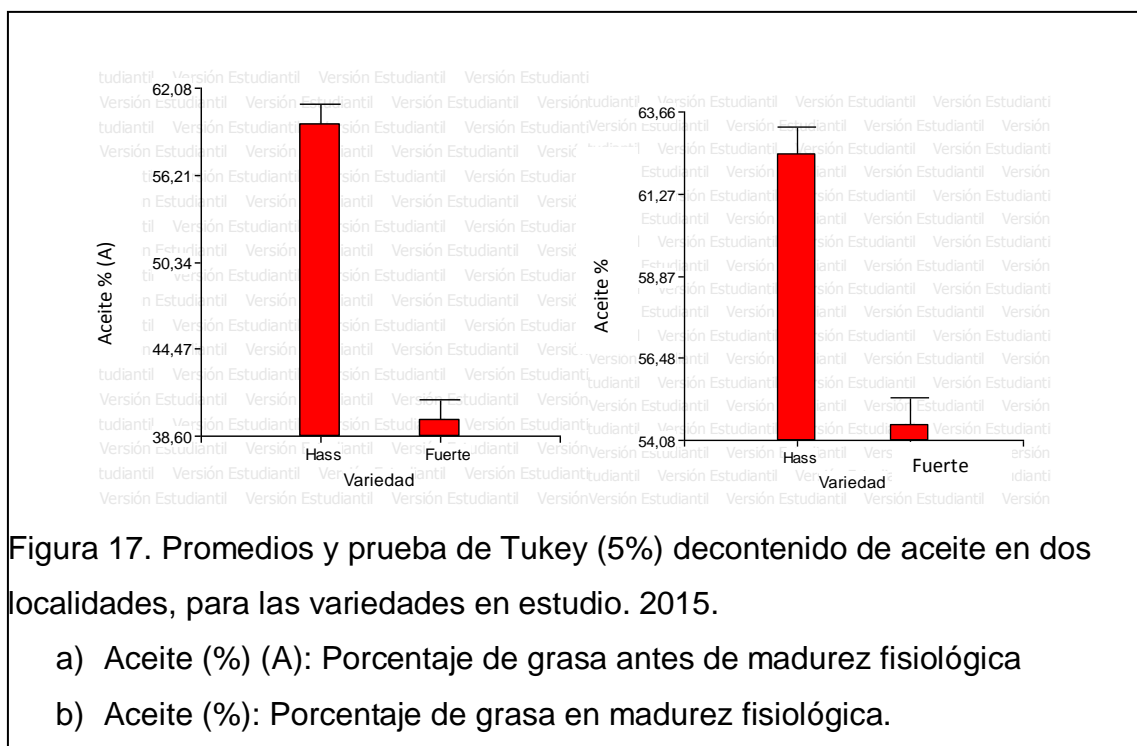
Tabla 24. Análisis de varianza de aceite (%) en el fruto de aguacate Hass y Fuerte en dos localidades, 2015.

F.V.	GI	Aceite * (%)		ACEITE** (%)	
		SC	CM	SC	CM
Total	11	1310,94		261,03	
Localidad (L)	1	4,81	4,81 ^{ns}	21,04	21,04 ^{ns}
Variedad (V)	1	1200,40	1200,40 ^{**}	186,68	186,68 ^{**}
V x L	1	19,30	19,30 ^{ns}	21,09	21,09 ^{ns}
Error	8	86,42	10,80	32,22	4,03
CV (%)		<u>6.62</u>		<u>3.43</u>	

Nota: * Contenido de Aceite antes de madurez fisiológica; **Contenido deAceite, en madurez fisiológica.

Al analizar los promedios obtenidos entre variedades en la prueba de Tukey al 5%, se demuestra que en Tumbaco, los frutos de aguacate tiene un mayor porcentaje de aceite, en base seca, que los frutos de Perucho, pero a pesar de esto, no se presentan diferencias estadísticas, como sepuede evidenciar en la figura 17. Mientras que los promedios obtenidos entre variedades demuestran una diferencia altamente significativa propia de las características del cultivar.

Al notar la tendencia de crecimiento que tienen estas variedades, en las dos localidades en estudio, Tumbaco y Perucho, se determina una coincidencia con Cerdas, Calderón y Somarribas (2014), en su estudio de aguacate Hass en Costa Rica, donde dice que el contenido de aceite tiene una tendencia de crecimiento a lo largo del tiempo.



3.7. Rendimiento

Se estructuró tres tratamientos para el estudio, debido a la falta de datos de la variedad Hass de la localidad Tumbaco, de la siguiente manera: T1. Hass Perucho (HP); T2. Fuerte Tumbaco (FT); T3. Fuerte Perucho (FP).

El análisis de varianza para esta variable se realiza con base a los tratamientos descritos anteriormente y los resultados se presentan en la tabla 25.

Tabla 25. Análisis de varianza del rendimiento kg/ha de las dos variedades de aguacate, Hass y Fuerte, en dos localidades de los valles interandinos en tres tratamientos, 2015.

F.V.	Gl	SC	CM
Total	11	476,51	
Tratamiento	2	202,62	101,31 ^{ns}
Repetición	3	122,00	40,67
Error Exp.	6	151,89	25,31
CV (%)		29.62	

Esta variable, no presenta ningún tipo de diferencia para el análisis de varianza, lo que nos permite determinar que a pesar de que las diferencias aritméticas en el rendimiento de los diferentes árboles en estudio, no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos.

Tabla 26. Promedios y prueba de Tukey (5%) de los tratamientos de rendimiento para dos variedades de aguacate Hass y Fuerte en dos localidades Tumbaco y Perucho, en tres tratamientos, 2015.

Tratamiento	Rendimiento (kg)
Fuerte – Perucho (3)	20,82
Hass – Perucho (1)	18,86
Fuerte – Tumbaco (2)	11,29

El rendimiento del cultivo por hectárea, tomando en cuenta que en la teoría según INIAP (s.f.) existen alrededor de 143 árboles por hectárea, se determinó que, por cosecha, el T1 Hass Perucho, tiene un rendimiento de 1614.07 kg/ha, T2 Fuerte Tumbaco, tiene un rendimiento de 2976.59 kg/ha, T3 Fuerte Perucho 2697.51 kg/ha.

Basado en la clasificación para exportación de los frutos de las dos variedades en estudio, Se realizó el análisis de varianza por categoría, considerando el peso como indica en la tabla 27.

Tabla 27. Analisis de varianza de aguacate por categoría en dos localidades de los Valles Interandinos, 2015.

F.V.	gl	Categoría #1		Categoría #2		Categoría #3	
		SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	11	9571,67		4250,00		8061,67	
Tratamiento	2	8816,67	4408,33 **	3050,00	1525,00 *	6116,67	3058,33 **
Repeticion	3	105,00	35,00	350,00	116,67	735,00	245,00
Error Exp.	6	650,00	108,33	850,00	141,67	1210,00	201,67
CV:		<u>30.46</u>	-	<u>29.76</u>	-	<u>54.97</u>	

Nota. Categoría 1 Aguacates Grandes; Categoría 2 Aguacates Medianos; Categoría 3 Aguacates Pequeños.

La presente tabla indica que para los tratamientos se presentan diferencias altamente significativas en el caso de las categorías 1 y 3, y significativas en el caso de la categoría 2. Diferencias que se deben a condiciones de manejo de la planta y la edad de la misma, como lo indica la norma técnica INEN.

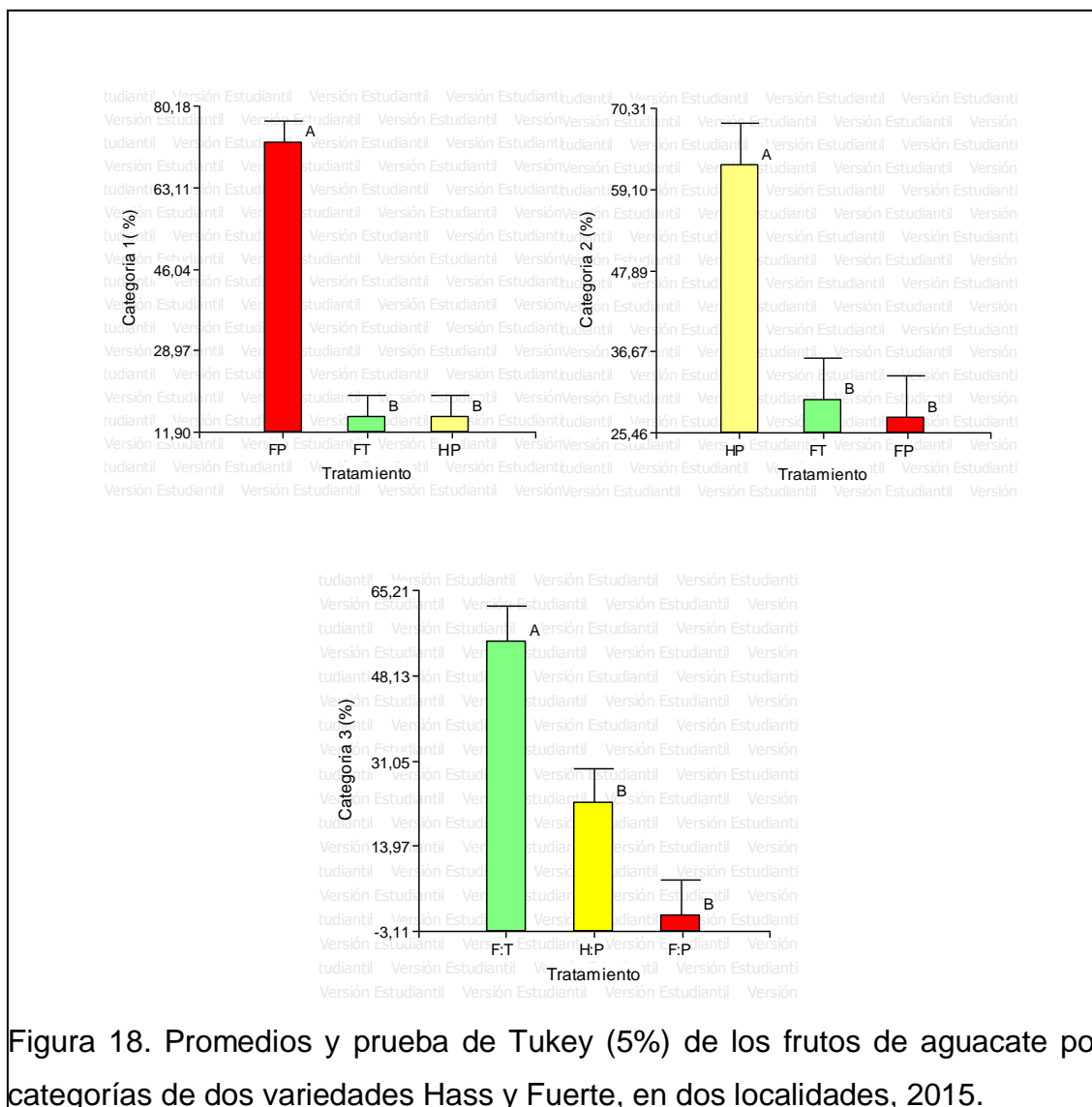


Figura 18. Promedios y prueba de Tukey (5%) de los frutos de aguacate por categorías de dos variedades Hass y Fuerte, en dos localidades, 2015.

Las diferencias obtenidas en el análisis de varianza, se marcan en las graficas de promedios por categorías detallados a continuación en la figura 18, donde se puede observar que la variedad Fuerte en Perucho tiene un mayor porcentaje de frutos en la categoría 1 (72.50 %), comparado con los otros tratamientos. Mientras que en la categoría 2 la variedad Hass en Perucho tuvo un mayor porcentaje de frutos (62.50 %) que los otros tratamientos.

4. CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Existen diferencias en el crecimiento y desarrollo de las variedades de aguacate Hass y Fuerte, en las dos localidades estudiadas. En Perucho alcanzaron las fases fenológicas en menor tiempo comparadas con la localidad de Tumbaco. Esto debido a que Perucho tiene una temperatura mayor (20 °C) que Tumbaco (16 °C), debido principalmente a la altitud donde se encuentran ubicados.

La madurez fisiológica de los frutos de la variedad Fuerte en la localidad de Perucho fue mas precoz (114 días), mientras que en la localidad de Tumbaco fue mas tardía (200 días).

El contenido de materia seca de la variedad Hass (29.38 %) fue superior a la variedad Fuerte (22.13 %). Mientras que el contenido de aceite en madurez fisiológica de la variedad Fuerte (57.15 %) es superior a la variedad Hass (51.87 %).

Cuando el fruto de la variedad Hass alcanza la madurez fisiológica existe un cambio de color, de verde claro a verde oscuro, mientras que en la variedad Fuerte se observa una pérdida de brillo en la corteza.

La variedad Fuerte en la localidad de Perucho presentó la mayor cantidad de frutos en la categoría 1 (72.50 %). Mientras que en la categoría 2 la variedad Hass en Perucho tuvo un mayor porcentaje de frutos (62.50 %).

4.2. RECOMENDACIONES

Difundir los resultados alcanzados en este estudio, a los productores de aguacate; así como también a entidades públicas y/o privadas vinculadas al cultivo.

Los resultados de esta investigación deben ser utilizados por los productores en función de la similitud de la edad de las plantas, ya que en Tumbaco las plantas tienen una edad aproximada de 20 años, mientras que en Perucho de 7 años.

REFERENCIAS

- Albiña, L. (1986). *Aguacate, Chirimoya y Papaya*. Barcelona, España.
- Alvarado, J. y Aguilera, J. (2001). *Método para medir propiedades físicas e industriales de alimentos*. Madrid, España: Acriba.
- Avilan, R. y Rodríguez, M. (1993). *Descripción y evaluación de la colección de aguacates (Persea spp) del CENIAP*. Maracay, Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Barmore, C. (1977). *Avocado fruit maturity*. Gainesville, USA: Florida University Press.
- Bartoli, J, (2008). *Manual Técnico del cultivo de aguacate (Persea americano)*. Cortes, Honduras: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola.
- Bernal, E. y Díaz, D. (2005). *Tecnología para el cultivo del aguacate*. Bogotá, Colombia: CORPOICA.
- Barragán, E. (1999). *Frutos del campo Michoacano*. Michoacán, México: Optimiza S.A.
- Barrientos, A. y López, I. (2001). *Historia y genética del aguacate*. Recuperado el 7 de diciembre del 2014 de http://www.Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_19982001/CICTAMEX_1998-2001_PG_100-121.pdf
- Cabezas, C., Hueso, J.J. y Cuevas J. (2003). *Identificación y descripción de los estados fenológicos-Tipo de aguacate (Persea Americana Mill)*. Almería, España: Estacion Esperimental de Cajamar.
- Calabrese, F. (1992). *El Aguacate*. Madrid, España: Mundi/Prensa
- CamiloHfruits. (s.f.). Aguacate Hass (Palta Hass). Recuperado el 25 de mayo del 2015 de <http://www.camiloHfruits.com/news1.html>
- Campos, R. (2011). *Dinámica de la acumulación de ácidos grasos en aguacate (Persea americana mil.)*. Michoacán, México: Universidad Autónoma Chapingo/ Departamento de Fitotécnia.
- Cerdas, M.; Calderón, M. y Somarribas, O. (2014). *Verificación del contenido de materia seca como indicador de cosecha para aguacate (Persea*

Americana) cultivar Hass en zona interandina de producción de los Santos, Costa Rica. De los Santos, Costa Rica: Ministerio de Agricultura de Costa Rica.

- CORPEI. (s.f.). *Perfil de Aguacate en Ecuador*. Recuperado el 18 de julio del 2014 de
http://www.agroecuador.com/web/index.php?option=com_content&view=article&id=238:corpei&catid=41:fundaciones-organizaciones-de-cooperacion&Itemid=64
- Coria, V. (2011). *Enfermedades y Plagas en huertos de aguacate de Michoacán, México*. Recuperado el 12 de noviembre del 2014
<http://www.worldavocadocongress2011.com/userfiles/file/Jes%C3%BAs%20Alejandro%20Guerrero%20Tejeda2.pdf>
- Cuevas, M. (2014). Momento óptimo de cosecha del aguacate (Persea americana Mill.) cv. 'Semil 34' en la República Dominicana. Disponible en:
http://www.sodiaf.org.do/revista/sodiaf/vol3_n1_2014/articulo/29_38_A PF_V03_N01_2014.pdf
- Díaz, J. y Hermoso J.M. (2009). *El aguacate Hass. Campo de Benamayor*. Recuperado el 22 de junio del 2014 de
<http://www.campodebenamayor.es/frutas-tropicales/aguacate-hass/>
- Dussan, C. (2014). *Técnicas de inducción floral como mecanismo para la programación de cosechas de aguacate Hass producidos en la zona marginal alta cafetera*. Dos Quebradas, Colombia: Universidad Nacional/Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del medio Ambiente.
- El economista, (s.f.). Producción global de aguacate. Recuperado el 22 de junio del 2014 de
<http://www.eleconomista.com.mx/industrias/2015/01/23/mexico-productor-global-monstruo-aguacate-grayeb>

- ESPAC. (s.f.). Encuesta de superficies de producción agropecuarias. Recuperado el 23 de noviembre del 2015 de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Facultad de Agrobiología de Uruapan, México (s.f.). *Boletín el aguacatero N°31*. Recuperado el 19 de junio del 2014 de <http://www.aproam.com/boletines/a31.htm>
- FAO. (s.f.). Economic and social development. Recuperado 19 de febrero de 2015 de <http://www.fao.org/docrep/006/y5143e/y5143e1a.htm>
- FAO. (s.f.). El daño producido por las heladas. Fisiologías y temperaturas críticas. Recuperado el 29 de abril del 2015 <http://www.fao.org/docrep/012/y7223s/y7223s05.pdf>
- Fernández, L. (2012). *El fosforo en el cultivo del Palto*. Recuperado el 19 de noviembre del 2014: <https://www.nutripalt.files.wordpress.com/2012/06/el-fosforo-y-los-paltos1.pdf>
- Flores, E. (2009). *El aguacate (Persea Americana Mill.), no solo un alimento. Michoacán, México. Tlahui-Medic N° 28*. Recuperado el 23 de junio del 2014 de <http://www.tlahui.com/medic/medic28/aguacate.htm>
- Flores, J. (2013). *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*. Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Fundación Vivo Sano, (s.f.). Recuperado el 22 de junio del 2014 de <http://www.fundacionvivosano.com/>
- Galindo, M. y Arzate, A. (2010). *Consideraciones sobre el origen y primera dispersión del aguacate (Persea americana, Lauraceae)*. Recuperado el 12 de diciembre del 2014 de http://193.145.233.67/dspace/bitstream/10045/15292/1/cuadbiod33_02.pdf

- García, R. (2013) *Relación entre Integral Térmica y Fenología en especies de Pastos de Puerto de Pirineo Central*. Recuperado el 10 de junio del 2014 de http://www.digital.csic.es/bitstream/10261/81294/1/GarciaGonzalez_Pastos_Congreso_Badajoz_2013.pdf
- Guzmán, J. (1989). *El aguacate su cultivo y producción*. Caracas, Venezuela: ESPASANDE S.R.L.
- Horst, B. (2003). *Sociedad Agronómica de Chile*. Recuperado el 18 de agosto del 2015 de <http://www.sach.cl/revista/pdf/SIMIENTE>
- Hakn, E. y Gutiérrez, J. (1978). *Distribución de Unidades Térmicas en Chile*. Recuperado el 13 de junio del 2014 de http://www.ecolyma.cl/documentos/unidades_termicas_chile_1978.pdf
- Ish-Am, G. y Eisikowitch, D. (1998). *Mobility of honey bees (Apidae, Apis mellifera L.) during foraging in avocado orchards*. Recuperado el 19 de junio del 2014 de http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centros-Origen/Persea/2do_Informe/Segundo%20informe%20Persea.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (s.f.). *Boletín Agropecuario Mensual N° 18, Productores de aguacate buscan incrementar exportaciones, Ecuador*. Recuperado el 15 de mayo del 2014 de <http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>
- Instituto Nacional autónomo de Investigaciones Agropecuarias (s.f.). Granja Experimental Tumbaco, Ecuador, Recuperada el 23 de mayo del 2014, de: <http://www.iniap.gob.ec/>
- Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización (s.f.). *Frutas frescas Aguacate requisitos*, Ecuador, Recuperado el 12 de septiembre del 2015, de <http://www.industrias.gob.ec/lorem-ipsum2/>
- Kadioglu, M., y Sen, Z. (1999). *Degree-day formulations and application in turkey. Journal of Applied Meteorology*. Recuperado el 22 de junio del 2014 de <http://search.proquest.com/docview/224634468?accountid=33194>
- Kikuta, y Erickson, L. (1999). *Seasonal changes of avocados lipids during fruit development and storage*. California, USA: Calif. Avocado Soc.

- Lavaire, E. (2013). *Manual Técnico de Cultivo de Aguacate*. Recuperado de <http://www.Manual-Tecnico-del-cultivo-de-Aguacate.pdf>
- León, J. (1999). *Manual del cultivo de aguacate (Persea americana) para los valles interandinos del Ecuador*. Quito – Ecuador: COSUDE.
- López, A. (2003). *Mercado Europeo de las frutas Tropicales. Manual de Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas*. Balcre-Argentina: Boletín de servicio de la FAO-151.
- Maldonado, R. (2010). *Cultivo y producción de La Palta*. Lima, Perú: RIPALME.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, (s.f.). *INIAP evalúa cultivo de aguacate*, Ecuador, recuperado el 15 de mayo del 2014, de: <http://www.agricultura.gob.ec>.
- Preciado, V. (2014). *Control de plagas y enfermedades. La Roña*. Recuperado el 9 de junio del 2014 de <http://www.avocadotrade.blogspot.com/2013/08/control-de-plagas-y-enfermedades-la-rona.html>
- Ponce, L. (2013). *Características de la variabilidad genética del aguacate (Persea americana Mill.) de los valles interandinos del Ecuador*. Quito, Ecuador: Universidad de las fuerzas Armadas – ESPE.
- Romero, M. (2012). *Comportamiento fisiológico de aguacate (Persea americana Mill.) Variedad Lorena en la zona de Mariquita, Tolima*, Recuperado el 15 de junio de 2014 de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6342/1/790700.2012.pdf>
- Sanchez, S., Zapata, G. y Campos, E. *Producción Nacional de Aguacate y su comercialización*. Estado de Mexico, Mexico: CICTAMEX S.C.
- Seymor, G. y Tucker, G. (1993). *Avocado*. London: SPRINGER
- Salazar, S., González, D., Tapia M., (2015). *Sistema calculador de la cantidad de nutrientes removidos por la cosecha de aguacate 'Hass' en Michoacán, México*. Michoacán, México: INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Santiago Ixcuintla. Programa de cómputo No. 2.
- Torres, D. (1995). *El Aguacate y su manejo integrado*. Barcelona, España: Mundi Prensa.

- Universidad de California UCDAVIS, (s.f.). Recuperado el 27 de octubre del 2014: <http://www.caes.ucdavis.edu/>
- Vásquez, W. (1993). *Temperatura fenología y calidad física en la semilla de maíz (Zea mays L.)*. Mexico D.F., México: Universidad autónoma agraria "Antonio Narro".
- Villalpando, F. (1990). *Agroclimatología*. Guadalajara, México:INIA/SAHAR
- V Congreso Mundial del Aguacate (s.f.). *The mountain avocado of Costa Rica. Persea americana var. costaricensis, a new sub-species*. Recuperado el 15 de junio del 2014 de http://www.avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5_p237.pdf
- Wheeler, T, C. P. (2009). *Climate change and the flowering time of annual crops*. Oxford, USA:Journal of Experiental Botany.

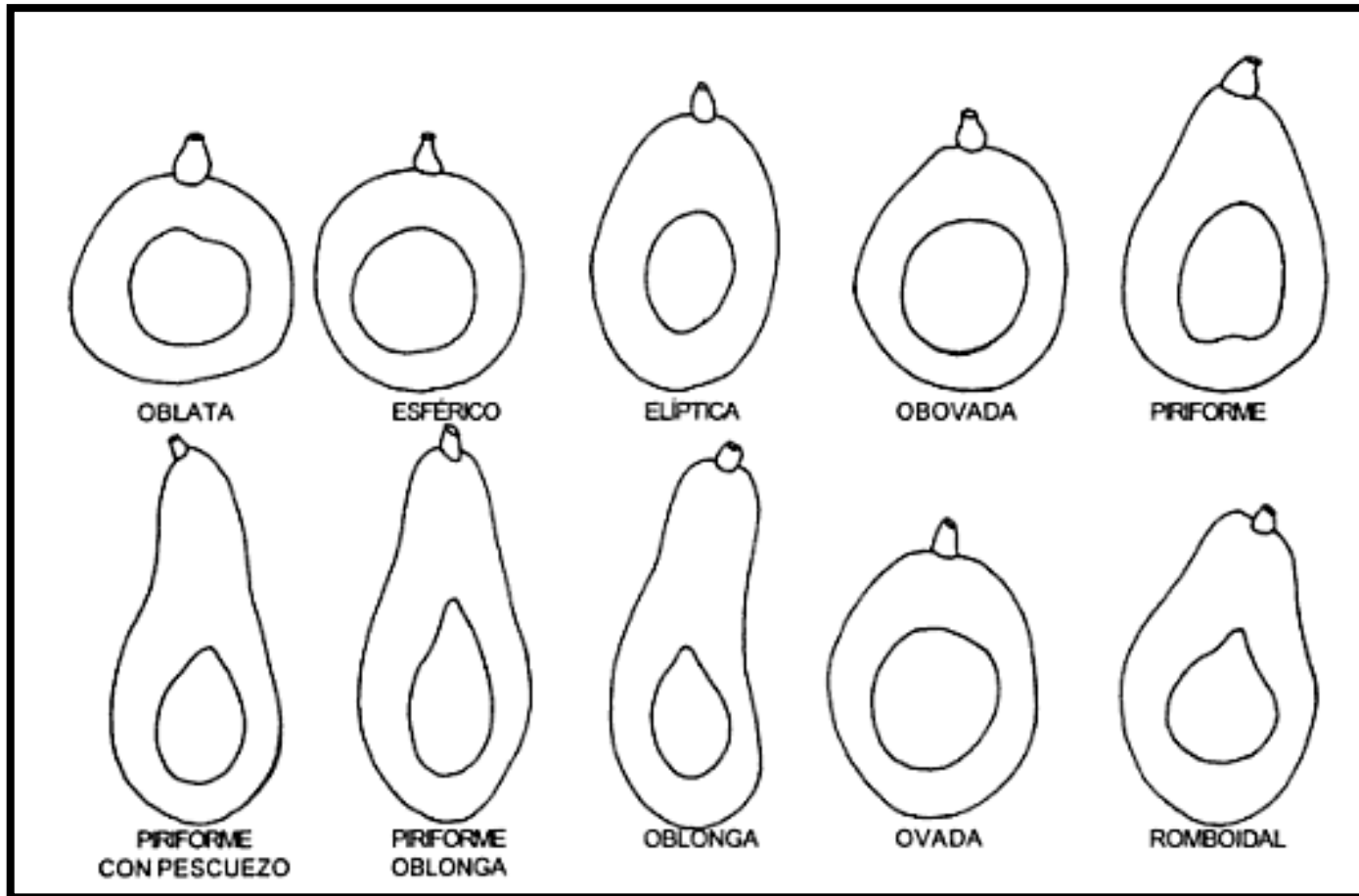
ANEXOS

Anexo 1. Características importantes de las tres principales razas de aguacate.

CARÁCTER	Raza Mexicana	Raza Guatemalteca	Raza Antillana
TAMAÑO HOJAS	Pequeñas	Medianas	Grandes
SUPERFICIE HOJAS	Sin Vellosidades	Vellosidades	Vellosidades
OLOR ANIS	SI	NO	NO
TAMAÑO FRUTO	Pequeños	Medianos	Variables
CASCARA	Delgada, lisa, suave	Gruesa, quebradiza, rugosa	Grosor medio, flexible, suave
TAMAÑO SEMILLA	Grande	Pequeña	Mediana
SEMILLA	Adherida o suelta. Cotiledones lig. Rugosos	Adherida y suelta. Cotiledones lisos	Suelta. Cotiledones rugosos.
TIPO MADURACION	6 a 9 meses	9 a 12 meses	6 a 8 meses
RESISTENCIA FRIO	-4°C ; -6.5°C	-2°C	-2°C ; -1°C
TOLERANCIA A SALES	Sensible	Media	Tolerante
CONTENIDO DE ACEITE	Alto	Medio	Bajo
VARIEDAD	Hass, Bacon, Gwen, Criollo Mexicano, Zutano	Booth, Nabal, McArthur, Orotava y Anaheim.	Peterson, Waldin, Pollok, Lorena

Fuente: (Maldonado, 2010)

Anexo 2. Formas del fruto de aguacate



Tomado de Avilan y Rodríguez, 1997, p. 67

Anexo 3. Clasificación de frutos de aguacate según el calibre en gramos.

Escala de Masa (g)	Nº de Calibre (CAJA 5 KG)
461 > m > 575	8
306 > m > 365	12
266 > m > 305	14
236 > m > 265	16
211 > m > 235	18
191 > m > 210	20
171 > m > 190	22
156 > m > 170	24
146 > m > 155	26
136 > m > 145	28
125 > m > 135	30
80 > m > 125	S ⁴

Adaptado de INEN, s.f.

Anexo 4. Calibres internacionales de exportación para aguacate.

MÉXICO		USA		CANADA-EUROPA		JAPON	
Calibres	Peso (g)	Calibres	Peso (g)	Calibres	Peso (g)	Calibres	Peso (g)
Super	266 – 365	36	301 – 330	12	>306		205 -
Extra	211 – 265	40	266 - 300	14	266 – 305	24	265
Primera	271 – 210	48	206 - 265	16	236 – 265	30	170 -
Mediano	136 – 170	60	171 – 205	18	211 – 235		204
Comercial	85 – 135	70	150 - 170	20	191 – 210		
				22	171 – 190		
Empaque: Contenedor de plástico (10 – 20 kg)		Empaque: Contenedor de cartón (4 kg)		Empaque: Contenedor de cartón (4 kg)		Empaque: Contenedor de cartón (6 kg)	

Adaptado de Sánchez, Zapata y Campos, 1997, pp. 5 - 7

Anexo 5. Control de manejo de cultivo de aguacate en la localidad de Tumbaco, para parcelas de variedad Hass y Fuerte

Fecha	Actividad	# Jor nal	Productos		Precio Total
			Insumo	Cantidad	
13/11/2014	control de malezas	3			48
			quemax	2,5l	16
25/11/2014	Fertilización	3			48
			18-46-00	50k	33,9
			00-00-60	50k	31,63
			nitrate amonio	50k	27,5
26/11/2014	control fitosanitario	2			16
			captan	2k	29,2
			azufre	1,6k	3,84
			florcuaje	0,8l	15,38
10/12/2014	cortado de malezas	5			80
09/01/2015	riego de agua	1			18
12/01/2015	riego de agua	1			18
23/01/2015	cortado de malezas	2			36
26/01/2015	cortado de malezas	3			54
27/01/2015	cortado de malezas	3			54
30/01/2015	control fitosanitario	2			36
			scuri	0,6l	24
			sulfex	2,4k	8,16
02/02/2015	control fitosanitario	4			72
			sulfex	3,2k	10,88
			scuri	0,4l	16
09/03/2015	control de malezas	4			72
			glifosato		
			secamas		
23/03/2015	control de malezas	1			18
			glifosato	2l	11
26/03/2015	control de malezas	1			18
			durex	2k	7,25
			glifosato	4l	20,04

01/04/2015	Poda	0,5			9
22/04/2015	riego de agua	3			54
28/04/2015	control de malezas	2			18
			glifosato	6l	
			Urea	9k	
22/05/2015	riego de agua	2			36
26/05/2015	control de malezas	2			36
			glifosato	4l	
			Urea	2k	
01/06/2015	riego de agua	2			36
08/06/2015	cosecha de ensayo	3			54
17/06/2015	riego de agua	1			18
26/06/2015	riego de agua	2			36
01/07/2015	control fitosanitario	1			18
			oxicloruro cu	0,6k	
			karate	0,3l	
			newfil	0,1l	
09/07/2015	riego de agua	1			18
13/07/2015	poda de rejuvenecimiento	1			18
17/07/2015	riego de agua	1			18
22/07/2015	control fitosanitario	1			18
			champion	0,5k	
			amistar	0,3k	
			cipermetrin	0,2l	
29/07/2015	recolección de ramas de poda	1			18
05/08/2015	riego de agua	1			18
19/08/2015	fertilización al suelo	3			54
			18-46-0	40k	
			urea	40k	
			00-00-60	40k	
26/08/2015	control fitosanitario	1			18
			amistar top	0,1l	
			daconil	0,5l	
			cuajamas	0,25l	

27/08/2015	cortado de malazas	2			36
27/08/2015	control fitosanitario	2			36
			amistar pot	0.2l	
			daconil	0.5l	
			cuajamas	0.5l	
02/09/2015	poda de recuperación	2			36
03/09/2015	riego de agua	2			36
24/09/2015	riego de agua	2			36

nexo 6. Control de manejo de cultivo de aguacate en la localidad de Perucho, para las variedades Hass y Fuerte

Fecha	Actividad	Productos		Precio Total
		Insumo	Cantidad	
19/1/2015	Fertilización	Nitrato de calcio	5 k	17.5
		Nitrato de amonio	5 k	17.5
		Nitrato de potasio	5 k	12.5
2/1/2015	Riego de agua		20 l	2.00
23/1/2015	Riego de agua		20 l	2.00
6/2/2015	Riego de agua		20 l	2.00
25/2/2015	Riego de agua		20 l	2.00
02/3/2015	Fertilización	Nitrato de calcio	5 k	17.5
		Nitrato de amonio	5 k	17.5
6/3/2015	Riego de agua		20 l	2.00
25/3/2015	Riego de agua		20 l	2.00
8/4/2015	Instalación de plásticos	Biotac		
7/4/2015	Riego de agua		20 l	2.00
24/4/2015	Riego de agua		20 l	2.00
4/5/2015	Control de maleza			
		Glifosato	2 l	8
		Sulfato de amonio	11 cc	
7/5/2015	Riego de agua		20 l	2.00
29/5/2015	Riego de agua		20 l	2.00
3/6/2015	Control de monilla			
		Marcozed	500g	3.60
		Benomil	120g	3.50
		Cipermetrina	200 cc	5.60
		Fijador	100 cc	1.10
11/6/2015	Fertilización	Abono alemán	25 l	18

		Biomix	1000cc	6
11/6/2015	Riego de agua		20 l	2.00
26/6/2015	Riego de agua		20 l	2.00
15/7/2015	Fertilización	Nitrato de calcio	5 k	17.5
		Nitrato de amonio	5 k	17.5
13/7/2015	Riego de agua		20 l	2.00
31/7/2015	Riego de agua		20 l	2.00
17/8/2015	Control fitosanitario			
		Blancola	200 cc	
		Ridomil	100g	
		Phyton	200 cc	
10/8/2015	Riego de agua		20 l	2.00
28/8/2015	Riego de agua		20 l	2.00
8/9/2015	Fertilización			
		Ajo	1 k	
		Ají molido	120 g	
		Jabón	1	
16/9/2015	Riego de agua		20 l	2.00
30/9/2015	Riego de agua		20 l	2.00

nexo 7. Informe de daños en el cultivo de aguacate en la granja experimental Tumbaco

El día domingo 21 de septiembre y martes 23 de septiembre se presentó una tormenta en la granja experimental de INIAP Tumbaco, la cual estuvo acompañada de fuertes vientos y granizo, lo que afectó de manera general a toda la localidad y sus diferentes cultivos.



En el caso particular del ensayo de aguacate, “Determinación de los períodos fenológicos de dos variedades de aguacate (*Persea americana*), en dos localidades de los Valles Interandinos de la Serranía Ecuatoriana”, realizado por Cristina Revelo y Carolina Sisalema, las plantas se encontraban en desarrollo de los frutos.

La granizada afectó a un 50% del follaje perforando la lámina foliar, dejándoles en su mayoría solo con las nervaduras, mientras que en los frutos en estudio hubo una afectación del 100%, pues se golpeó al fruto y al pedúnculo mismos que se fueron cayendo a lo largo de los días.



En vista de todo lo ocurrido, detallado anteriormente, se realizó una evaluación técnica, en base a la cual se decidió repetir el ensayo en esta localidad, mismo que iniciara en el mes de diciembre, una vez que se ha detectado una recuperación en el cultivo.

Las plantas seleccionadas están en función de los objetivos planteados en el estudio.

Anexo 8. Tabla de Temperatura y Tiempo en la localidad Tumbaco.

Fecha	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Promedio
11/26/2014	22.48	13.32	16.05
11/27/2014	14.47	12.93	13.7
11/28/2014	14.09	13.32	13.71
11/29/2014	14.85	14.09	14.47
11/30/2014	15.23	14.85	15.04
12/1/2014	15.23	14.09	14.66
12/2/2014	14.09	11.77	12.93
12/3/2014	13.7	11.38	12.54
12/4/2014	13.7	13.32	13.51
12/5/2014	13.7	13.32	13.51
12/6/2014	14.47	13.7	14.09
12/7/2014	14.09	12.55	13.32
12/8/2014	14.85	12.16	13.51
12/9/2014	14.47	14.09	14.28
12/10/2014	14.09	13.32	13.71
12/11/2014	14.47	13.32	13.9
12/12/2014	14.47	12.93	13.7
12/13/2014	12.93	12.55	12.74
12/14/2014	13.32	12.16	12.74
12/15/2014	12.93	10.6	11.77
12/16/2014	12.55	10.99	11.77
12/17/2014	13.7	12.55	13.13
12/18/2014	14.09	13.7	13.9
12/19/2014	14.09	14.09	14.09
12/20/2014	13.7	10.99	12.35
12/21/2014	14.47	10.6	12.54
12/22/2014	14.47	10.6	12.54
12/23/2014	11.38	10.21	10.8
12/24/2014	14.85	12.16	13.51
12/25/2014	14.85	14.85	14.85
12/26/2014	14.85	14.09	14.47
12/27/2014	14.85	14.47	14.66
12/28/2014	14.85	14.47	14.66
12/29/2014	14.85	14.85	14.85
12/30/2014	14.47	14.47	14.47
1/2/2015	14.47	12.55	13.51
1/3/2015	14.47	12.16	13.32
1/4/2015	14.47	12.93	13.7
1/5/2015	14.09	11.38	12.74
1/6/2015	11.77	10.6	11.19
1/7/2015	12.55	10.99	11.77

1/8/2015	14.85	12.16	13.51
1/9/2015	15.62	14.47	15.05
1/10/2015	15.23	14.85	15.04
1/11/2015	14.85	14.09	14.47
1/12/2015	14.09	13.32	13.71
1/13/2015	13.7	13.7	13.7
1/14/2015	15.23	13.32	14.28
1/15/2015	15.23	14.85	15.04
1/16/2015	14.85	13.32	14.09
1/17/2015	14.09	13.32	13.71
1/18/2015	13.7	13.7	13.7
1/19/2015	13.7	13.32	13.51
1/20/2015	13.7	13.7	13.7
1/21/2015	13.32	13.32	13.32
1/22/2015	13.32	13.32	13.32
1/23/2015	13.32	13.32	13.32
1/24/2015	14.47	13.32	13.9
1/25/2015	15.23	14.47	14.85
1/26/2015	14.85	14.47	14.66
1/27/2015	14.47	14.47	14.47
1/28/2015	14.85	14.47	14.66
1/29/2015	14.47	14.47	14.47
2/13/2015	15.62	14.47	15.05
2/14/2015	14.85	14.09	14.47
2/15/2015	14.85	13.7	14.28
2/16/2015	14.47	13.7	14.09
2/17/2015	14.85	13.32	14.09
2/18/2015	15.23	14.47	14.85
2/19/2015	15.23	14.09	14.66
2/20/2015	14.09	12.55	13.32
2/21/2015	14.09	12.16	13.13
2/22/2015	15.62	14.47	15.05
2/23/2015	15.65	12.93	14.28
2/24/2015	14.47	12.55	13.51
2/25/2015	14.85	14.47	14.66
2/26/2015	15.23	15.23	15.23
2/27/2015	14.85	13.7	14.28
2/28/2015	14.09	13.7	13.9
3/1/2015	14.47	14.09	14.58
3/2/2015	15.23	14.47	14.58
3/3/2015	15.23	14.47	14.58
3/4/2015	15.23	14.47	14.58
3/5/2015	15.23	15.23	15.23
3/6/2015	14.85	14.85	14.85
3/7/2015	14.85	13.7	14.28

3/8/2015	13.32	12.93	13.13
3/9/2015	14.47	12.93	13.7
3/10/2015	14.47	13.7	14.09
3/11/2015	14.09	13.7	13.9
3/12/2015	15.62	13.7	12.66
3/13/2015	15.62	15.23	15.43
3/14/2015	15.23	15.23	15.23
3/15/2015	14.85	14.85	14.85
3/16/2015	15.23	14.85	15.04
3/17/2015	15.23	14.47	14.85
3/18/2015	14.47	13.7	14.09
3/19/2015	13.7	13.32	13.51
3/20/2015	13.32	13.32	13.32
3/21/2015	13.32	12.93	13.13
3/22/2015	13.32	12.55	12.93
3/23/2015	24.01	10.6	15.28
3/24/2015	15.23	13.32	14.28
3/25/2015	15.23	13.32	14.28
3/26/2015	14.85	12.93	13.89
3/27/2015	15.62	14.85	15.25
3/28/2015	15.62	14.47	15.05
3/29/2015	14.09	13.7	13.9
3/30/2015	14.09	13.7	13.9
3/31/2015	14.85	13.7	14.28
4/1/2015	15.62	14.85	15.24
4/2/2015	15.23	14.09	14.66
4/3/2015	14.85	14.09	14.47
4/4/2015	15.62	14.85	15.24
4/5/2015	15.62	14.47	15.05
4/6/2015	14.47	14.47	14.47
4/7/2015	14.47	14.47	14.47
4/8/2015	15.23	14.85	15.04
4/9/2015	15.23	14.09	14.66
4/10/2015	13.7	13.32	13.51
4/11/2015	14.09	12.93	13.51
4/12/2015	14.85	13.7	14.28
4/13/2015	15.23	14.09	14.66
4/14/2015	15.23	12.93	14.08
4/15/2015	12.95	12.55	12.75
4/16/2015	12.93	12.93	12.93
4/17/2015	13.32	12.93	13.13
4/18/2015	15.23	12.93	14.08
4/19/2015	14.47	11.38	12.93
4/20/2015	13.09	11.38	12.74
4/21/2015	14.09	13.7	13.9

4/22/2015	14.85	14.47	14.66
4/23/2015	14.85	14.47	14.66
4/24/2015	14.85	14.47	14.66
4/25/2015	14.47	14.09	14.28
4/26/2015	17.014	14.09	15.62
4/27/2015	16.76	13.32	15.04
4/28/2015	14.85	13.7	14.28
4/29/2015	15.23	14.85	15.04
4/30/2015	14.85	14.47	14.66
5/1/2015	14.09	14.09	14.09
5/2/2015	15.62	14.47	15.02
5/3/2015	15.23	13.7	14.47
5/4/2015	13.7	13.7	13.7
5/5/2015	13.7	13.7	13.7
5/6/2015	14.85	13.32	14.09
5/7/2015	14.09	12.55	13.32
5/8/2015	12.93	12.55	12.74
5/9/2015	13.7	12.55	13.13
5/10/2015	14.47	13.32	13.9
5/11/2015	14.47	13.32	13.9
5/12/2015	16	14.47	15.24
5/13/2015	16	15.23	15.62
5/14/2015	15.62	14.47	15.05
5/15/2015	13.7	13.7	13.7
5/16/2015	15.23	13.7	14.47
5/17/2015	15.23	11.77	13.5
5/18/2015	12.16	11.38	11.77
5/19/2015	14.09	12.16	13.13
5/20/2015	15.23	14.47	14.85
5/21/2015	14.85	14.85	14.85
5/22/2015	14.85	13.7	14.28
5/23/2015	13.7	12.16	12.9
5/24/2015	14.85	12.55	13.7
5/25/2015	15.25	12.55	13.85
5/26/2015	14.85	12.96	13.89
5/27/2015	14.85	14.47	14.66
5/28/2015	14.47	14.47	14.47
5/29/2015	14.47	13.32	13.9
5/30/2015	14.85	13.32	14.09
5/31/2015	14.47	12.16	13.32
6/1/2015	12.93	12.16	12.55
6/2/2015	14.85	12.55	13.7
6/3/2015	14.85	113.7	14.28
6/4/2015	14.47	13.32	13.9
6/5/2015	14.09	13.7	13.9

6/6/2015	14.47	12.93	13.7
6/7/2015	14.47	14.09	14.28
6/8/2015	14.47	14.09	14.28
6/9/2015	14.47	14.47	14.47
6/10/2015	14.47	14.09	14.28
6/11/2015	14.47	13.32	13.9
6/12/2015	14.85	12.55	13.7
6/13/2015	14.85	14.09	14.47
6/14/2015	14.09	11.38	12.74
6/15/2015	14.47	10.99	12.73
6/16/2015	14.85	14.47	14.66
6/17/2015	14.47	13.32	13.9
6/18/2015	19.81	12.55	16.18
6/19/2015	19.42	18.28	18.85
6/20/2015	16	14.85	15.43
6/21/2015	14.85	11.77	13.31
6/22/2015	16.76	12.16	14.46
6/23/2015	19.42	15.14	18.28
6/24/2015	19.42	19.09	19.23
6/25/2015	19.81	19.42	19.62
6/26/2015	19.81	18.28	19.05
6/27/2015	19.04	17.52	18.28
6/28/2015	17.9	16.38	17.14
6/29/2015	16	19.93	14.47
6/30/2015	13.7	11.77	12.74
7/1/2015	15.23	12.55	13.89
7/2/2015	15.23	14.47	14.85
7/3/2015	15.62	14.47	15.05
7/4/2015	15.62	13.7	14.66
7/5/2015	15.23	15.23	15.23
7/6/2015	15.23	15.23	15.23
7/7/2015	14.48	14.48	14.48
7/8/2015	14.47	12.55	13.51
7/9/2015	12.55	11.77	12.16
7/10/2015	14.09	11.38	12.74
7/11/2015	14.47	13.7	14.09
7/12/2015	14.85	14.47	14.66
7/13/2015	14.47	13.7	14.09
7/14/2015	13.7	11.77	12.74
7/15/2015	14.85	10.99	12.92
7/16/2015	14.47	13.32	13.9
7/17/2015	12.93	12.55	12.74
7/18/2015	13.7	12.55	13.13
7/19/2015	14.47	13.7	14.09
7/20/2015	14.85	14.47	14.66

7/21/2015	15.23	14.47	14.85
7/22/2015	14.85	13.32	14.09
7/23/2015	14.47	13.32	13.9
7/24/2015	15.62	13.32	14.47
7/25/2015	17.14	16.76	16.95
7/26/2015	14.85	14.09	14.47
7/27/2015	15.23	13.7	14.47
7/28/2015	15.23	14.85	15.04
7/29/2015	14.85	13.32	14.09
7/30/2015	13.32	12.55	12.94
7/31/2015	12.93	12.55	12.74
8/1/2015	12.93	12.93	12.93
8/2/2015	14.85	12.55	13.7
8/3/2015	18.66	13.7	16.18
8/4/2015	18.81	17.14	17.71
8/5/2015	17.52	15.23	16.38
8/6/2015	14.85	14.09	14.47
8/7/2015	13.7	13.32	13.51
8/8/2015	14.09	12.55	13.32
8/9/2015	14.47	14.09	14.28
8/10/2015	14.47	11.77	13.12
8/11/2015	12.55	11.77	12.16
8/12/2015	12.55	12.16	12.36
8/13/2015	14.85	13.32	14.09
8/14/2015	14.47	14.09	14.28
8/15/2015	14.47	14.47	14.47
8/16/2015	17.52	14.09	15.81
8/17/2015	16.38	12.55	14.47
8/18/2015	12.93	11.77	12.35
8/19/2015	16.38	13.32	14.85
8/20/2015	17.52	14.47	16
8/21/2015	14.09	12.93	13.51
8/22/2015	12.55	12.16	12.36
8/23/2015	12.93	12.55	12.74
8/24/2015	14.09	12.55	13.32
8/25/2015	14.09	13.7	13.9
8/26/2015	14.47	13.7	14.09
8/27/2015	14.09	14.09	14.09
8/28/2015	18.66	14.09	16.38
8/29/2015	17.9	15.23	16.57
8/30/2015	14.85	14.47	14.66
8/31/2015	16.38	14.47	15.43
9/1/2015	16.38	15.62	16
9/2/2015	16	12.16	14.08
9/3/2015	12.93	11.77	12.35

9/4/2015	12.16	12.16	12.16
9/5/2015	16	10.99	13.5
9/6/2015	15.62	14.85	15.24
9/7/2015	14.85	14.09	14.47
9/8/2015	13.7	13.7	13.7
9/9/2015	14.09	12.16	13.13
9/10/2015	14.47	12.55	13.51
9/11/2015	14.85	11.38	13.12
9/12/2015	12.93	10.6	11.77
9/13/2015	12.93	12.16	12.55
9/14/2015	13.32	12.55	12.94
9/15/2015	15.23	14.09	14.66

Anexo 9. Tabla de tiempos y temperatura de Perucho

Fecha	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Promedio
11/29/2014	23.67	14.12	18.28
11/30/2014	23.42	14.17	18.31
12/1/2014	24.77	15.61	18.77
12/2/2014	25.5	13.47	18.4
12/3/2014	26.26	12.05	18.24
12/4/2014	23.74	12.17	17.14
12/5/2014	22.85	13.91	17.44
12/6/2014	26.62	14.34	18.22
12/7/2014	26.5	15.22	19.25
12/8/2014	26.74	15.34	19.45
12/9/2014	16.84	15.37	19.12
12/10/2014	25.38	13.59	17.81
12/11/2014	23.83	13.47	17.99
12/12/2014	25.94	15.01	19.22
12/13/2014	26.65	14.41	19.2
12/14/2014	27.63	12.41	18.7
12/15/2014	28.32	11.57	18.73
12/16/2014	25.5	11.57	17.55
12/17/2014	21.39	15.08	17.45
12/18/2014	19.72	13.14	16.55
12/19/2014	23.62	14.7	17.5
12/20/2014	27.46	14.12	18.72
12/21/2014	27.01	12.44	18.63
12/22/2014	26.62	13.31	17.98
12/23/2014	28.02	9.58	18.25
12/24/2014	26.5	12.78	18.18
12/25/2014	22.49	14.65	17.58
12/26/2014	23.4	13.71	17.88
12/27/2014	12.06	12.36	17.24
12/28/2014	26.04	14.6	18.41
12/29/2014	25.36	15.03	18.69
12/30/2014	27.73	14.39	18.77

12/31/2014	27.75	13.88	18.97
1/1/2015	27.78	13.59	19.67
1/2/2015	28.69	13.98	20
1/3/2015	26.11	11.47	18.09
1/4/2015	26.52	13.4	17.95
1/5/2015	26.87	13.83	18.73
1/6/2015	27.26	10.39	18.41
1/7/2015	25.96	9.68	17.75
1/8/2015	27.09	12.1	18.65
1/9/2015	29.04	13.14	18.64
1/10/2015	22.99	13.95	18.23
1/11/2015	23.55	13.88	17.27
1/12/2015	26.87	13.67	18.8
1/13/2015	27.41	12.75	19.34
1/14/2015	27.38	12.27	18.76
1/15/2015	28.12	13.55	19.39
1/16/2015	25.53	12.56	17.93
1/17/2015	26.09	14.05	17.75
1/18/2015	26.87	14.12	17.48
1/19/2015	22.71	13.5	16.61
1/20/2015	24.75	14.39	16.83
1/21/2015	25.62	14.12	17.05
1/22/2015	24.22	13.69	16.39
1/23/2015	29.69	13.35	13.57
1/24/2015	20.22	13.98	16.14
1/25/2015	22.27	14.53	17.72
1/26/2015	20.2	14.91	17.23
1/27/2015	23.02	15.18	17.46
1/28/2015	22.99	14.91	18.15
1/29/2015	22.13	13.69	17.39
1/30/2015	23.55	14.75	17.7
1/31/2015	20.87	15.2	17.1
2/1/2015	21.44	13.62	17.34
2/2/2015	22.94	15.29	18.03
2/3/2015	23.3	15.06	17.8

2/4/2015	23.02	15.37	18.04
2/5/2015	25.28	13.52	18.3
2/6/2015	24.34	15.8	18.62
2/7/2015	20.41	14.91	16.52
2/8/2015	21.18	14.31	16.38
2/9/2015	22.44	14.29	17.1
2/10/2015	23.42	14.89	17.82
2/11/2015	23.14	15.39	17.95
2/12/2015	23.33	15.34	18.1
2/13/2015	24.7	15.13	18.78
2/14/2015	23.89	14.27	17.86
2/15/2015	22.23	14.72	17.48
2/16/2015	24.36	14.84	18.57
2/17/2015	25.11	12.78	18.13
2/18/2015	24.63	14.27	18.48
2/19/2015	19.58	15.84	17.07
2/20/2015	24.24	15.22	18.18
2/21/2015	24.97	13.09	18.42
2/22/2015	25.62	14.46	18.99
2/23/2015	24.07	15.53	18.14
2/24/2015	22.39	14.82	17.42
2/25/2015	25.5	14.94	18.45
2/26/2015	25.16	15.61	18.76
2/27/2015	22.61	15.37	18.04
2/28/2015	22.39	14.98	17.32
3/1/2015	23.79	15.39	17.77
3/2/2015	24.58	14.19	18.31
3/3/2015	24.24	15.41	18.36
3/4/2015	21.65	15.2	17.31
3/5/2015	22.66	14.89	18.03
3/6/2015	23.69	14.7	18.05
3/7/2015	22.61	15.61	17.61
3/8/2015	23.67	13.98	18.2
3/9/2015	22.11	15.03	18.04
3/10/2015	23.55	15.39	18.13

3/11/2015	22.99	15.41	18.25
3/12/2015	26.72	16.23	19.47
3/13/2015	25.31	15.56	17.71
3/14/2015	26.28	14.98	18.41
3/15/2015	24.9	15.37	18.12
3/16/2015	26.11	15.34	18.81
3/17/2015	25.31	15.06	18.8
3/18/2015	18.22	14.67	15.82
3/19/2015	26.3	14.12	18.28
3/20/2015	25.04	14.05	16.83
3/21/2015	26.67	14.48	18.55
3/22/2015	26.48	14.07	18.69
3/23/2015	27.55	12.51	17.8
3/24/2015	25.28	13.98	18.56
3/25/2015	25.19	14	17.97
3/26/2015	27.31	13.88	18.55
3/27/2015	28	14.65	18.89
3/28/2015	25.4	14.75	18.03
3/29/2015	25.89	13.79	16.7
3/30/2015	25.84	14	18.11
3/31/2015	28.32	14.43	18.84
4/1/2015	24.2	14.27	18.17
4/2/2015	25.89	15.24	18.07
4/3/2015	25.53	12.97	18.07
4/4/2015	26.35	13.06	18.32
4/5/2015	23.26	14.36	17.73
4/6/2015	24.63	14.22	18.17
4/7/2015	26.16	14.41	18.84
4/8/2015	25.96	12.94	17.98
4/9/2015	27.97	12.51	18.81
4/10/2015	28.02	12.39	18.88
4/11/2015	27.9	12.1	18.84
4/12/2015	26.62	14.97	19.56
4/13/2015	28.37	14.03	19.46
4/14/2015	24.97	13.47	17.02

4/15/2015	27.26	111.45	17.13
4/16/2015	27.51	13.19	17.08
4/17/2015	27.75	14.27	18.16
4/18/2015	28.07	13.09	18.61
4/19/2015	28.62	13.57	17.92
4/20/2015	27.65	13.16	17.91
4/21/2015	24.9	13.57	17.38
4/22/2015	27.83	12.92	18.57
4/23/2015	28.44	13.52	19.18
4/24/2015	25.74	14.19	18.29
4/25/2015	24.92	12.87	17.47
4/26/2015	27.19	13.36	18.83
4/27/2015	27.18	13.74	19.21
4/28/2015	27.51	13.83	18.54
4/29/2015	25.62	1309	18.75
4/30/2015	25.6	13.62	17.92
5/1/2015	24.44	13.47	18.21
5/2/2015	29.09	13.02	18.96
5/3/2015	26.97	14.53	18.3
5/4/2015	27.95	12.92	18.79
5/5/2015	29.44	14.29	19.04
5/6/2015	29.39	12.87	18.87
5/7/2015	29.24	12.58	19.85
5/8/2015	30.47	12.99	19.57
5/9/2015	28	12.63	18.73
5/10/2015	25.62	13.33	18.64
5/11/2015	22.94	13.86	17.92
5/12/2015	25.74	15.68	19.03

Anexo 10. Longitud de Fruto de la variedad Fuerte, en la localidad de Tumbaco

Repetición Fecha	06/06/2015	20/06/2015	04/07/2015	18/07/2015	01/08/2015	15/08/2015	29/08/2015	12/09/2015	26/09/2015	10/10/2015	24/10/2015
Árbol 1	16.47	24.85	31.88	40.97	51.23	61.41	73.04	88.21	97.91	103.39	106.14
Árbol 2	17.75	23.69	30.07	35.64	42.70	52.28	62.42	69.86	77.45	93.01	94.81
Árbol 3	30.32	38.13	52.42	60.61	69.02	77.38	84.27	93.01	95.44	111.15	114.32
Árbol 4	43.73	51.73	60.17	66.86	76.94	81.17	90.99	100.00	104.79	112.46	114.17

Anexo 11. Longitud de Fruto de la variedad Fuerte, en la localidad de Perucho

Repetición/ Fecha	6/6/2015	6/20/2015	7/4/2015	7/18/2015	8/1/2015	8/15/15	8/29/15	9/12/15	9/26/2015	10/10/2015	10/24/2015
Árbol 1	16.47	24.85	31.88	40.97	51.23	61.41	73.04	88.21	97.91	103.39	106.14
Árbol 2	17.75	23.69	30.07	35.64	42.70	52.28	62.42	69.86	77.45	93.01	94.81
Árbol 3	30.32	38.13	52.42	60.61	69.02	77.38	84.27	93.01	95.44	111.15	114.32
Árbol 4	43.73	51.73	60.17	66.86	76.94	81.17	90.99	100.00	104.79	112.46	114.17

Anexo 12. Diámetro de Fruto de la variedad Fuerte, en la localidad de Tumbaco

Repetición/Fecha	6/6/2015	6/20/2015	7/4/2015	7/18/2015	8/1/2015	8/15/2015	8/29/2015	9/12/2015	9/26/2015	10/10/2015	10/24/2015
Árbol 1	12.96	18.69	23.63	29.55	34.61	40.51	48.08	54.49	62.42	65.05	66.12
Árbol 2	13.25	17.49	20.82	24.68	29.31	34.26	39.66	42.61	47.89	58.22	61.17
Árbol 3	16.92	26.25	36.69	40.39	47.29	51.57	55.25	60.39	63.16	71.10	72.78
Árbol 4	27.60	33.51	37.66	41.19	46.76	51.03	57.21	61.33	63.95	67.33	69.66

Anexo 13. Diámetro de Fruto de la variedad Fuerte, en la localidad de Perucho

Repetición/Fecha	6/6/2015	6/20/2015	7/4/2015	7/18/2015	8/1/2015	8/15/2015	8/29/2015	9/12/2015	9/26/2015	10/10/2015	10/24/2015
Árbol 1	12.96	18.69	23.63	29.55	34.61	40.51	48.08	54.49	62.42	65.05	66.12
Árbol 2	13.25	17.49	20.82	24.68	29.31	34.26	39.66	42.61	47.89	58.22	61.17
Árbol 3	16.92	26.25	36.69	40.39	47.29	51.57	55.25	60.39	63.16	71.10	72.78
Árbol 4	27.60	33.51	37.66	41.19	46.76	51.03	57.21	61.33	63.95	67.33	69.66