



**INSTITUTO DOMINICANO DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS Y FORESTALES (IDIAF)  
Centro de Tecnologías Agrícolas**

**Métodos no destructivos y marcadores moleculares  
para la determinación de fechas apropiadas de  
cosecha de cinco variedades de aguacate (*Persea  
americana* Mill)**

**REPORTE TÉCNICO FINAL**

Convenio IICA-BID-FTG/RE-01-03-RG

Por  
Ing. María Cuevas, M. Sc.  
Dr. Genaro Reynoso

**MARZO 2007**  
Santo Domingo, República Dominicana

## Generalidades del Proyecto

<b>Convenio</b>	IICA-BID-FTG/RE-01-03-RG
<b>Coordinador</b>	<b>Dr. Genaro Reynoso</b> Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) Tel. (1.809) 564-4401; Email. <a href="mailto:greynoso@idiaf.org.do">greynoso@idiaf.org.do</a>
<b>Consorcio conformado con</b>	Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC) de la Universidad de Chile. Representada por el Dr. Luis Luchsinger, Profesor.
<b>Período total</b>	Nov. 2002 a Nov. 2006
<b>Período de ejecución, proyecto reestructurado</b>	Año 2006
<b>COMPONENTE POSCOSECHA Responsable</b>	<b>María Cuevas M.Sc. (IDIAF)</b> E. Mail <a href="mailto:mcuevas@idiaf.org.do">mcuevas@idiaf.org.do</a>
<b>Colaboradores</b>	Ing. Daysi Martic M.Sc., Tec. Juan Ml. Jiménez, Ing. Melvin Mejía, Ing. Ignacio Batista, Ing. Ilvy Mejía, Lic. Ana Dilia Rojas, Nelsón E. Pérez, Lic. Josefina Vólquez, Lic. Oniris Batista. (IDIAF)
<b>Apoyo Análisis Estadísticos</b>	Ramón Arbona M.Sc, Ángel Pimentel M.Sc (IDIAF)
<b>Interpretaciones análisis foliares y de suelo</b>	José Cepeda M.Sc (IDIAF)
<b>Panel sensorial</b>	Rebeca Monrobel, Salomón Sosa, Ramón Cedano, Roberto Lama, Jeovanny Medina y Jesús Rodríguez
<b>Componente Biotecnología Responsable</b>	<b>Dr. Genaro Reynoso (IDIAF)</b>
<b>Colaboradores</b>	Tec. Juan Ml. Jiménez, Ing. Ilvy Mejía, Ing. Jorge Luis del Villar (IDIAF)
<b>Banco de Germoplasma</b>	Ing. Daysi Martic M.Sc
<b>Colaborador Internacional</b>	Dr. Gerardo Gallego (CIAT, Colombia)
<b>Organizaciones beneficiarias colaboradoras</b>	Región Norte (Moca): Cooperativa de Producción y Mercadeo (COOPAPROMER)  Región Sur (Cambita): Asociación de Productores de Aguacate El Pueblecito y Asociación de Productores de Aguacate Madre de los Pobres
<b>Grupo meta</b>	Cadena productiva de aguacate (Cluster, asociaciones y productores individuales)

## **CONTENIDO**

1. RESUMEN EJECUTIVO

2. RESULTADOS OBTENIDOS

3. PUBLICACIONES

4. ANEXOS

1. Informes componente Poscosecha
2. Resúmenes actividades poscosecha para IV Congreso Mundial de Aguacate

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

El aguacate es un rubro de alto valor estratégico en las iniciativas de desarrollo agrícola de la República Dominicana. Esto se debe al potencial de comercialización que tiene la fruta en los mercados de los Estados Unidos, y las ventajas comparativas que presenta el país en términos de ubicación geográfica con relación a otros países productores. En términos regionales, el país podría unirse competitivamente a Chile y México conformando sistemas de producción de frutas de superior calidad, lo cual contribuiría al fortalecimiento de la economía regional.

De acuerdo a la FAO, el país ocupa el séptimo lugar en producción de aguacate a nivel mundial, precedido por México, Indonesia, Estados Unidos, Colombia, Brasil y Chile. Las exportaciones totales, según el CEI-RD, 2007, para el 2006 fueron de 9,789.5 t, por un valor de US\$9,645,686.65. Los principales mercados del aguacate dominicano los siguen siendo Estados Unidos y Puerto Rico, según, con el 98.8% de las exportaciones del año 2006. Estos mercados podrían afectarse de forma negativa si no se toman las medidas que garanticen la producción de una fruta de superior calidad que cumpla con los estándares mínimos de calidad, los cuales incluyen óptima madurez al momento de la cosecha, exigidos por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

El área de siembra en el país es de 10,897 ha con una producción total de 155 mil t por año y 4,121 productores (SEA, 2005)

Tabla 1.1. Variedades, porcentaje área sembrada y número de productores de aguacate

Variedades	% Área sembrada	No. de Productores
Semil 34	79.67	3,980
Hass	13.74	30
Choquete	2.87	41
Otros	3.72	70

En un estudio que se realiza en la actualidad por la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA), el Consejo Nacional de Competitividad (CNC) y otras instituciones, se espera que los datos de área sembrada y número de productores han sido duplicados.

En el proyecto se contemplaron dos componentes, Poscosecha y Biotecnología, los objetivos y metas planteados se resumen a continuación:

**Finalidad del proyecto:** Contribuir con el desarrollo y competitividad de la industria del aguacate en la República Dominicana

### **Objetivos:**

**Objetivo general del Componente Poscosecha:** Se ha desarrollado una metodología para determinar el momento óptimo de cosecha del aguacate.

#### Resultados esperados Poscosecha:

- Se determinó el efecto de las condiciones edafoclimáticas de las zonas de producción y del manejo del cultivo de aguacate sobre los atributos de calidad de la variedad Semil 34.
- Se han explorado métodos, no destructivo (fluorimetría), de calidad y fenotípicos para la determinación del momento óptimo de cosecha.

#### Metas Poscosecha:

- Al término de proyecto, productores cuentan con una tecnología que permite cosechar frutas de madurez uniforme para la exportación.
- Se ha determinado el efecto sobre los atributos de calidad de la variedad Semil 34 de aguacate en dos zonas productoras del país, al término del primer año.
- Al término del primer año, se cuenta con resultados de la determinación momento óptimo de cosecha con métodos no destructivos de Semil 34, en dos zonas de producción.

#### **Objetivo general del Componente Biotecnología**

Se han determinado los parámetros de calidad que sirven para seleccionar variedades criollas de aguacate deseadas.

#### Resultados esperados Biotecnología

- Se ha reducido la heterogeneidad genotípica del aguacate Semil 34 para facilitar su manejo y asegurar calidad.
- Se han caracterizado cultivares criollos con el uso de la metodología AFLP para seleccionar variedades con características comerciales.

#### Metas Biotecnología

- Se han caracterizado genéticamente y por niveles de ADN los parámetros de calidad de al menos una variedad de aguacate introducidos, al final del proyecto.
- Se han determinado las características moleculares deseadas para un aguacate criollo con calidad de exportación, al final del proyecto.
- Se cuenta con la identificación genotípica de Semil 34, al término de sexto mes.
- Se ha establecido un banco de yemas, de aguacate con la variedad Semil 34, genotípicamente identificados, al término del primer año.
- Se determinó la relación genética de 20 cultivares criollos, para seleccionar los aguacates modelo con los requerimientos de exportación, al término del primer año.

Para la ejecución del proyecto, hubo una primera etapa que se desarrolló en Chile aprovechando su experiencia de manejo poscosecha en aguacate. Se experimentó, como poner en ejecución la técnica de la fluorescencia de la clorofila, con ayuda de un fluorómetro, como método no destructivo para determinar el momento óptimo de cosecha. Además se conocieron los métodos tradicionales utilizados por ellos para determinar el índice de madurez. Otra etapa del proyecto se ejecutó en el país en fincas de productores. Se estudió solamente el cv. `Semil 34`, por ser éste el híbrido que ocupa el 80% de la

superficie sembrada. Se utilizaron las dos principales zonas productoras de aguacate de la República Dominicana (en el Sur, Cambita, Provincia San Cristóbal y Moca, Provincia Espaillat, en el Norte) las cuales tienen sembradas el 11.5% y 21% respectivamente.

En lo que respecta al componente poscosecha, se ejecutaron dos actividades: Determinación del momento óptimo de cosecha del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. 'Semil 34' por métodos no destructivos. Influencia del manejo y condiciones edafoclimáticas sobre la calidad del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. 'Semil 34' en dos localidades.

En biotecnología, se recibió el apoyo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de Colombia, para la realización de la caracterización genética. Se identificaron materiales criollos con potencial de exportación y se identificaron unos 48 cultivares, de los cuales 27 provenían de la colección criolla de la Universidad Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), 3 de diferentes productores en San Cristóbal, 7 de la finca de un productor y 11 de una Finca Educativa ubicada la Provincia Espaillat, en el Norte del país. De la Estación de Frutales del IDIAF, se tomó una muestra de 100 accesiones del cv. 'Semil 34', 2 accesiones de aguacate colombianos seleccionados como grupos externos (testigo) y una planta original del cv. 'Semil 34' como control positivo, para un total de 149 muestras.

Estos materiales se enviaron al CIAT en Colombia, donde fueron caracterizados genéticamente a través del análisis SSRs (Simple sequence repeats) o microsatélites. Se capacitó un Investigador del IDIAF, sobre las técnicas mencionadas, las cuales pueden ser utilizadas también en la caracterización de otros cultivos. Las accesiones caracterizadas están siendo recolectadas y se están estableciendo como colección en un banco de germoplasma para la preservación de las especies.

Con la ejecución del proyecto: a) Se encontró que no hay factibilidad del uso de la fluorescencia de la clorofila como método no destructivo, en la determinación de momento óptimo de cosecha en aguacate verdes. b) Se validó el índice de madurez en aguacate cv. 'Semil 34', con la realización de análisis de calidad (contenido del porcentaje total de aceite y materia seca), en las dos principales zonas agroecológicas productoras del cultivo. c) Se encontró que las condiciones edafoclimáticas y de manejo de las plantaciones influyeron en el contenido de aceite y en la morfología de los aguacates en las dos zonas de estudio de la variedad cv. 'Semil 34'. d) Se tiene una colección de cultivares de aguacate caracterizada morfológica y molecularmente la cual permitirá:

(i) una mejor caracterización de accesiones particulares (impresión de huellas genéticas de los genotipos), (ii) la selección de una colección principal representativa, (iii) la identificación de duplicados en la República Dominicana y otras zonas interesada a nivel Regional. e) Se hizo un agrupamiento de las muestras analizadas, para cada grupo muestreado: cv. 'Semil 34' y criollos. f) El desarrollo de capacidades del equipo técnico del IDIAF en la utilización rutinaria del pool genético de otros cultivos bajo estudio.

Más de 4,000 productores se beneficiarán de los hallazgos encontrados en el proyecto. 150 productores, técnicos conocen de los resultados y trabajan tomando como base los criterios resultantes de las investigaciones.

Los resultados servirán de base para el establecimiento de normas para la producción y comercialización del aguacate dominicano. Se generaron nuevas necesidades de investigación sobre el cultivo, las cuales serán enfrentadas por acuerdos conjuntos entre el Cluster de Aguacate y el IDIAF.

El IDIAF continuará las investigaciones poscosecha para la comprobación de los resultados sobre momento óptimo de cosecha y se repetirán al menos por tres años consecutivos las actividades, ampliando a otras zonas y variedades. En biotecnología, con los materiales identificados se seguirán realizando estudios para los fines de identificar las características moleculares deseadas para un aguacate criollo con calidad de exportación. Además con variedades de frutos introducidos continuará también la caracterización por niveles ADN de los parámetros de calidad.

## **2. RESULTADOS OBTENIDOS**

Una hipótesis importante para la factibilidad de este proyecto fue el comprobar que el uso de la fluorescencia de la clorofila, puede servir como método no destructivo para la determinación de momento óptimo de cosecha del aguacate. De tener éxito el método, sería una forma rápida para los productores poder predecir que el fruto cumple con los estándares de calidad para su cosecha. Se esperaba que el resultado de la eficiencia fotoquímica (medida de la fluorescencia de la clorofila, aplicada a la superficie de los frutos de aguacate), tuviera correlación con el contenido de aceite de la fruta.

Se encontró con este estudio que no existe correlación entre el la fluorescencia de la clorofila (Eficiencia fotoquímica =  $F_v/F_m$ ) y el contenido de aceite. Esto implica que en aguacates verdes no es factible el uso de este método para determinar el momento óptimo de cosecha.

Se determinó momento de cosecha en el aguacate cv. `Semil 34´, con la realización de análisis de calidad, (contenido del porcentaje total de aceite y materia seca), en las dos principales zonas agroecológicas productoras del cultivo.

Cómo influyeron las condiciones edafoclimáticas de las dos zonas de estudio y el manejo de las plantaciones en los atributos de calidad del aguacate de la variedad cv. `Semil 34´, básicamente en contenido de aceite y características fenológicas.

Caracterizadas 100 accesiones del banco de yemas de cv. `Semil 34´ y 48 accesiones de aguacate criollo.

Estudiada la heterogeneidad dentro de la colección del cv. `Semil 34´ de la Estación Experimental de Frutales del IDIAF y se encontró que de las

muestras analizadas, algunas accesiones no corresponden a dicha variedad, por lo que se consideró hay “contaminación”, en la colección y que una situación similar esta ocurriendo a nivel nacional.

Se hizo una caracterización molecular de cultivares criollos mediante la técnica de microsatélites (SSR) con el fin de hacer una clasificación de los aguacates criollos colectados en la Finca Experimental de la UNPHU, en las fincas de Moca, y en algunas otras fincas particulares en la zona de San Cristóbal. Se encontró que algunos de las accesiones analizadas, las cuales se consideraban criollos, los resultados las clasificaron como cv. `Semil 34´.

Un banco de germoplasma establecido en un 75%, que contiene una colección de aguacate con materiales debidamente caracterizados morfológica y molecularmente del cv. `Semil 34´, el cual servirá de base para la propagación de un material puro en el país y a nivel Regional. Esta colección está siendo completada con las variedades criollas caracterizadas y será de interés para programas de mejoramiento y propagación.

Se logró hacer un agrupamiento de las muestras analizadas, de acuerdo a la similitud de las variedades muestreadas: cv. `Semil 34´ y criollos. Esto se obtuvo a través del cálculo de las frecuencias génica, genotípica y alélica, la proporción de alelos compartidos, la frecuencia de duplicados y la heterogeneidad. Se construyó una matriz de similaridad donde se muestra la distancia genética existente entre las muestras analizadas; se estableció la huella dactilar (fingerprinting) para los cebadores utilizados; se hizo un análisis de correspondencia utilizando la prueba de Inertia modificada por Greenarce y la modificación de Benzecri.

Se desarrollaron las técnicas de marcadores moleculares mediante la habilitación de condiciones material-técnicas y la capacitación del personal en su utilización; innovando de esta manera el uso de las técnicas moleculares en la caracterización y tipificación genéticas de otros cultivos en el país.

Se incrementó la capacidad del IDIAF en la utilización rutinaria del pool genético de otros cultivos bajo estudio.

### **Difusión**

Difusión directa a través de las organizaciones e instituciones, se tomó en consideración el sector beneficiario más directo del proyecto, compuesto por los miembros de las diferentes agrupaciones del sector y el cluster de aguacate.

Se impartieron talleres con participación abierta, en las localidades donde seleccionadas como las mayores productoras de la fruta y donde se concentra el cv. `Semil 34´, que fue el sujeto de estudio.

Se impartió un taller sobre los resultados de los estudios dirigidos básicamente al Cluster de Aguacate, instituciones relacionadas, como la Secretaría de estado de Agricultura a través del departamento de Frutales.

En los talleres, además de la participación de productores y comercializadores, se contó con la presencia de Técnicos Extensionistas de las diferentes zonas productoras. La participación fue de 150 personas.

Se elaboró una carpeta para los propietarios de las fincas seleccionadas, contentivas de las informaciones de los resultados de las muestras recolectadas en sus fincas (Análisis de suelo y foliar, contenido de aceite y materia seca, resultados fenológicos, de maduración y organolépticos).

### **Impacto**

Aportes en el cambio de actitud de los productores, sobre la importancia de la calidad de los aguacates, para competir en el mercado local e internacional.

Más de 100 productores capacitados sobre parámetros de determinación de momento óptimo de cosecha, para asegurar una fruta de calidad y que esta cumpla con estándares establecidos, por los mercados.

Más de 4,000 productores beneficiados de forma directa y más de 20,000 familias con ingresos asegurados a través de empleos existentes y generados.

Un nivel de aceptación incrementado en las exportaciones del producto.

Se generaron vínculos de intercambios entre el IDIAF y los productores para continuar con la búsqueda de soluciones a los problemas, de pureza varietal, manejo agronómico, planificación de la producción, control de plagas, manejo poscosecha, comercialización de los frutos.

El sector aguacate contribuye ampliamente con el medio ambiente, por su valor forestal, contribuyendo con la formación de diferentes ecosistemas, protección de cuencas hidrográficas, la reforestación y protección de la erosión de los suelos. Socialmente, el sector contribuye a disminuir la migración del campo a la ciudad, evitando la formación de cordones de miseria, porque se ha convertido en la principal fuente de generación de ingresos de pequeños y medianos productores en las zonas de laderas, donde es utilizado como el cultivo principal dentro de la instalación de parcelas agroforestales.

### **3. PUBLICACIONES**

A la fecha del informe se han presentado dos resúmenes de las actividades de poscosecha, a los organizadores del VI Congreso Mundial de Palta, a realizarse en Chile en el mes de noviembre de 2007 (Ver en anexo 2).

Se pretende después de la entrega del informe final del proyecto, hacer presentaciones de los resultados a través de congresos internacionales y nacionales. Presentaciones de resultados a través del Internet en la página web del IDIAF. Web Site: <http://www.idiaf.org.do> y redes, tales como la Red Nacional de Frutales (REDFRUT).

# **ANEXOS**

## ANEXO I



### INSTITUTO DOMINICANO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES (IDIAF) Centro de Tecnologías Agrícolas

#### INFORME DE ACTIVIDADES COMPONENTE DE POSCOSECHA

Dentro del componente se realizaron dos actividades de investigación:

1. Determinación del momento óptimo de cosecha del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. 'Semil 34' por métodos no destructivos
2. Influencia del manejo y condiciones edafoclimáticas sobre la calidad del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. 'Semil 34' en dos localidades.

#### I. INTRODUCCIÓN

Anónimo, s/f<sup>1</sup>, dice: "La importancia de la fruta radica en las características nutritivas que posee ya que tienen un alto contenido de Calorías, (10 gramos de pulpa proporciona 150 a 300 calorías), Grasa Natural (5-30 %), Proteínas (1-4.6%), Hidratos de Carbono(0.3 al 4 %), Vitaminas (A,B,C,D,E y K) y Minerales (5.31 % solo de Calcio Fósforo y hierro) que contribuyen a la dieta alimenticia y por ello se han abierto mercados importantes en el mundo como los son Inglaterra, Francia, Alemania, Italia, Bélgica, los Países Bajos y otros"

Los productores nacionales no cuentan con técnicas precisas que les facilite determinar los períodos óptimos de cosecha. Esto se agrava por el hecho de que por un lado existe una gran variabilidad en las condiciones agroecológicas y de suelos y por el otro lado, existen diferencias a nivel genético, aún en una misma variedad de aguacate, lo que dificulta la producción homogénea de frutas y el manejo, incluyendo la predicción de fechas apropiadas de cosecha. Bajo estas condiciones, es difícil lograr que las frutas dominicanas sean competitivas y crear sinergismo regional con países como México y Chile.

Mientras en los EE. UU. disponen de reglas claras que establecen el tamaño adecuado y las fechas cuando se debe iniciar la cosecha de aguacates de acuerdo a la variedad y la zona de siembra (<http://www.ucavo.ucr.edu>), en la República Dominicana no existe documentación científica indicando los momentos óptimos de cosecha. En consecuencia, la cosecha se realiza en base a la experiencia de los productores, los cuales generalmente usan como parámetros de madurez: el color y el tamaño de la fruta. Tampoco existen disposiciones que regulen dentro de un marco puramente técnico como y cuando se debe realizar la cosecha. Esto provoca una amplia variabilidad en la

---

<sup>1</sup> Recomendaciones técnicas para el aguacate. Disponible en línea:  
[http://www.icta.gobgt/fpdf/recom/\\_frut\\_js/cultivoaguacate.PDF](http://www.icta.gobgt/fpdf/recom/_frut_js/cultivoaguacate.PDF) Consultado 24 de febrero 2007.  
p. 2

calidad de la fruta perjudicando de manera directa su valor comercial y a los consumidores finales, lo cual debilita el sistema de comercialización de las mismas. Las medidas son cada vez más exigentes, con el agravante de que ahora no permiten entrada del fruto antes del 17 de octubre (Severino 2005), momento que consideran las frutas dominicanas han alcanzado la madurez deseada.

La ley N° 422 de California, que se creó en 1925, que trata sobre la estandarización del contenido de aceite del aguacate, fijó que el contenido mínimo de aceite para el peso fresco de la pulpa es de 8%. Aunque es sabido que este contenido varía grandemente de un cultivar a otro y del clima donde se desarrolla el fruto. Esto lo confirman varios autores (Lee 1981) citado en (López 1998 y Mortons 1987).

Varios autores confirman que un buen indicador para determinar el índice de madurez, lo es el contenido de materia seca. Éste al igual que el contenido de aceite, varía según se incrementan los períodos de cosecha. Además, existe correlación entre el contenido de aceite y materia seca. Cuando el fruto alcanza el mínimo de contenido de aceite (8%) y un contenido de materia seca, 21% (Mortons 1987), basado en la experiencia de exportación de la fruta en México, un promedio de materia seca del 22% y un mínimo de 20% (Dorantes *et al.* 2004), se alcanzan los buenos sabores y baja concentraciones de calorías, en el aguacate. Sobre esto Kader y Arpaia (2000), dicen que los requisitos de materia seca para un índice de madurez varían entre el 19 y 25%, dependiendo de cultivar.

Coajuste *et al.* (1994), dicen que existen otros índices de cosecha complementarios, basados en el tamaño y color de la piel, pero esto no son confiables y en muchos casos se obtienen frutas inmaduras. Estos son los índices más comunes utilizados por los productores.

Se entiende que la determinación del momento de cosecha basado en la determinación de los contenidos de materia seca y aceite, puede ser muy laboriosa. Además de que se requerirá de la destrucción de gran cantidad de frutas para las pruebas. Esto hizo que se explorara con el proyecto el uso de la fluorescencia de la clorofila, como método no destructivo y rápido para la determinación del índice de cosecha. Este método ha sido usado en bananos, manzanas, auyamas y pimientos verdes, como indicador del estado fisiológico de la superficie de las frutas (Mir *et al.* 1998).

La medida de la fluorescencia de la clorofila es un proceso primario de la fotosíntesis usado como indicador no destructivo de la reacción en vivo de la fotosíntesis y el desarrollo del estrés de varios cultivos. Al hacer la medición, una emisión baja de luz, atrapa casi toda la energía y se tiene el mínimo de la fluorescencia, se denomina  $F_0$ . Cuando se aplica rápidamente un alto nivel de luz y relativamente se atrapa poca energía se alcanza la máxima fluorescencia, llamada  $F_m$ . La diferencia entre la fluorescencia mínima y máxima ( $F_0 - F_m$ ) es llamada variable de la fluorescencia o  $F_v$ . La relación  $F_v/F_m$  es la eficiencia fotoquímica, donde se obtiene la eficiencia de la energía en la transformación del proceso y la actividad de los cloroplastos (Mir *et al.* 1998).

Kruger (1999), estudió cómo influye el clima en la calidad poscosecha de los aguates cultivados en África del Sur, señaló que la temperatura y la pluviometría tienen gran influencia en la acumulación de aceite. El contenido de aceite se incrementó a una tasa extraordinariamente rápida en los años en que se registraron pluviometrías excesivamente altas. Además comprobó la diferencia entre las variedades Hass y Fuerte.

## **II. ACTIVIDAD 1.**

### **Determinación del momento óptimo de cosecha del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. 'Semil 34' por métodos no destructivos**

#### **2.1 OBJETIVOS**

##### **2.1.1 Objetivo General**

Explorar métodos no destructivos (fluorometría), de calidad y fenotípico, para la determinación del momento óptimo de cosecha de aguacate de la variedad cv. 'Semil 34' en dos localidades del Norte y Sur del país (Moca y Cambita).

##### **2.1.2 Objetivos Específicos**

1. Determinar la correlación existente entre fluorometría (Método no destructivo) y contenido de aceite del aguacate cv. 'Semil 34'.
2. Validar la determinación de momento óptimo de cosecha del aguacate cv. 'Semil 34', a través de indicadores de calidad.
3. Determinar si las características fenotípicas del aguacate cv. 'Semil 34' influyen para establecer momento óptimo de cosecha.

#### **2.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Se eligieron dos localidades para realizar el estudio, por ser las zonas de mayor producción, una en la Región Norte (Moca, Provincia Española) y la otra en la Región Sur (Cambita, Provincia San Cristóbal). Los trabajos realizados en cada localidad se consideran independientes, no se relacionarán entre sí. Los trabajos de campo se realizaron para el período de cosecha 2006 – 2007.

##### **2.2.1 Tipo de investigación**

La investigación fue exploratoria, sin un diseño propiamente establecido. En cada zona se seleccionó una finca, cuya producción es destinada a la exportación

##### **2.2.2 Variables medidas**

- a) Fluorometría (Eficiencia fotoquímica=  $F_v/F_m$ )

b) Climáticas: Temperatura, pluviometría, altitud.

c) Característica físico-químicas del suelo (micro y macro nutrientes, pH, salinidad, textura y análisis foliar).

d) Manejo de la plantación (fertilización, poda, control de malezas, manejo fitosanitario, edad y marco de plantación, entre otras)

e) Atributos de calidad :

Físico – químicos (% grasa, % materia seca, carbohidratos, peso, longitud, diámetro)

Tiempo de maduración, desprendimiento de la cáscara y la semilla, uniformidad de la maduración

Organolépticos (sabor, textura, color de la pulpa, herbal, contenido de fibras)

### **2.2.3 Manejo del Experimento**

Dentro de la finca seleccionada en cada zona, se escogió una parcela con área de 629 m<sup>2</sup>. En ella se marcaron 10 árboles con competencia perfecta, al momento de la floración y con capacidad de dar frutos con calidad de exportación.

Partiendo de la base el criterio del productor sobre el período de cosecha estimado en cada zona, se realizaron cosechas semanales durante 8 semanas, a partir de la semana 22 después de la floración. Al iniciar la primera semana de cosecha, se marcaron 130 frutos con características comerciales, distribuidas en los 10 árboles seleccionados, para asegurar la toma de las muestras requeridas cada semana. De los frutos elegidos, semanalmente se cosecharon al azar 13 en total para ser evaluados. La cosecha se realizó de forma manual, haciendo el corte del pedúnculo con tijera. De los 13 frutos recolectados, 5 fueron destruidos el mismo día de la cosecha, para medir su fluorometría y la determinación de las características físico – químicas

Se realizó análisis de suelo y foliar, georeferenciando cada finca con ayuda del Sistema de Posicionamiento Geográfico (GPS). La toma de datos del manejo de la plantación al momento del marcado de los árboles, se realizó a través de encuesta al productor. La fluorometría se tomó en 10 puntos diversos del aguacate, a fin de obtener una media del contenido de clorofila. Los puntos fueron tomados de manera equidistante por toda la superficie del fruto.

Ocho aguacates fueron almacenados para dejar madurar a temperatura ambiente la cual varió entre 25 y 27°C. Según Eaks (1991), la temperatura óptima para la maduración y obtener una fruta de calidad, oscila 21 a 27°C, para obtener una fruta de calidad.

La prueba de maduración del fruto se realizó al tacto. Cuando estuvieron maduros, se tomaron 5 frutas para determinar pruebas de calidad de

maduración, pérdida de peso, uniformidad de la maduración, estado de la pulpa, los días de maduración, como fue el desprendimiento de la cáscara y la semilla de la pulpa (con escala de 1 a 5, siendo 5 la que representó el mejor desprendimiento y estado). Además se analizó si se observaron o no fibras visibles.

Para las pruebas organolépticas, un panel de seis catadores no entrenados, degustaron los aguacates, para ofrecer su opinión. Probaron por lo menos 3 frutas diferentes de cada muestra cosechada semanalmente.

Para los análisis estadísticos, se utilizó la prueba del coeficiente de correlación de Spearman, para correlacionar la variable fluorescencia con la variable química del contenido de aceite. También para correlacionar entre sí las variables químicas analizadas. Para las variables cuantitativas se ajustaron modelos de regresión para el momento de cosecha, para estimar la ecuación de mejor ajuste. Para las variables cualitativas se utilizó, análisis no paramétrico con la prueba analítica de Kruskal-Wallis y separación de media de los rangos. Los análisis fueron realizados a través del programa estadístico InfoStat, versión 2004.

## **2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN LOCALIDAD EN ZONA NORTE (MOCA)**

### **2.3.1 Descripción de la finca**

La finca seleccionada, tiene una superficie de 2.63 ha. y un suelo arcillo limoso en terreno de ladera. Se encuentra ubicada a los 19° 26'00" Latitud Norte y 70° 29'00" Longitud Oeste y a una altitud de 335 msnm,. La plantación tiene una edad de 5 años. La finca tiene una asociación de cultivos de plátanos (*Musa paradisiaca*, L), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), ayama (*Cucurbita pepo* L.) y limón persa (*Citrus limon* L.). La plantación de aguacate es de híbridos ('Guatemanteco' x 'Antillanos'). El 80% es del cv. 'Semil 34', 10% cv. 'Choquete' y 10% del cv. 'Pola'. El marco de siembra es de 6 x 7 m, la densidad de la plantación de 238 plantas / ha.

En el manejo agronómico, no se utiliza riego, se fertilizó 3 veces, con aplicaciones de abonos químicos y orgánicos, y además cuatro aplicaciones de abono foliar. El control de maleza se realizó cuando era requerido utilizando prácticas manuales y químicas. El control de plagas y enfermedades se realiza a través del uso de insecticidas químicos. Una poda al año después de la cosecha. Se realizan prácticas de conservación de suelos con zanjas de ladera y barreras vivas con árboles forestales, que actúan como rompe vientos, tal y como es recomendado por varios autores (SEA 2000, INFOAGRO s/f).

### **2.3.2 Efecto de la fluorescencia**

Para determinar la unidad de fluorescencia, se utilizó el resultado de la Eficiencia fotoquímica que es igual a la relación Fv/Fm ( $Fv = Fm - Fo$ , Fo medida mínima, Fm medida máxima de la fluorescencia). Para la comprobación del índice de cosecha de los aguacates, no importa su variedad,

se utiliza como parámetro el contenido de aceite del fruto, se analizó la correlación de la fluorescencia de la clorofila (Fv/Fm) y % total de Aceite (GT) en la zona de Moca. El resultado de la correlación fue:

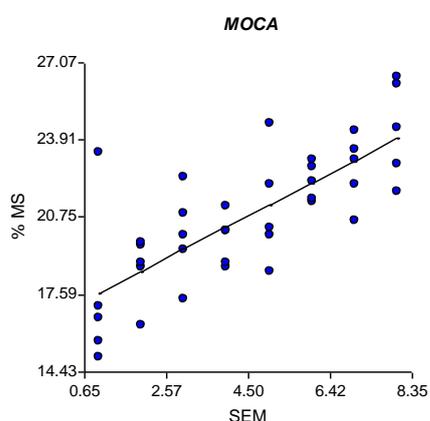
	Fv/Fm	GT
Fv/Fm	1.00	0.92
GT	0.02	1.00

Correlacion de Spearman: coeficientes\probabilidades

Como se observa, el coeficiente de correlación ( $r = 0.02$  y  $P = 0.92$ ) es muy bajo, por lo que de acuerdo a este estudio resultó, que la medida de fluorescencia de la clorofila, no es un buen indicador para la determinación del momento de cosecha del aguacate, correlacionándola con el contenido de aceite.

### 2.3.3 Parámetros de calidad

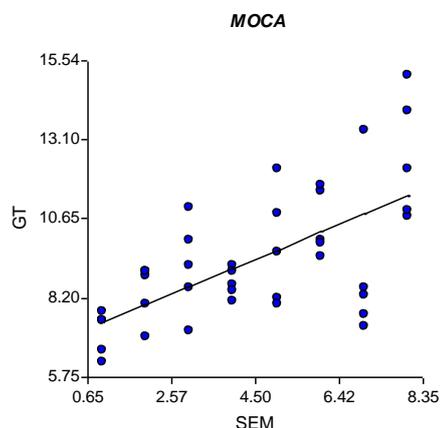
#### 2.3.3.1 Variables químicas



$$R^2 = 0.57 \quad P < 0.0001$$

$$\%MS = 16.64 + 0.9 \text{ sem}$$

Figura 2.1. Porcentaje de materia seca en aguacates cosechados en 8 semanas en Moca



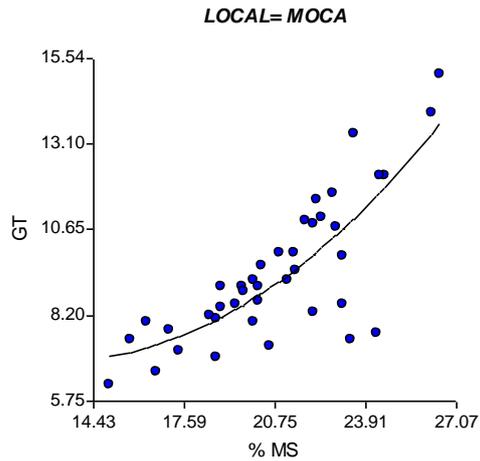
$$R^2 = 0.38 \quad P < 0.0001$$

$$GT = 6.91 + 0.56 \text{ sem}$$

Figura 2.2. Contenido del porcentaje de grasa en aguacates cosechados en 8 semanas en Moca

De acuerdo a las Figuras 2.1 y 2.2, se observa que tanto el contenido de aceite (GT), como de materia seca (MS), muestran una tendencia ascendente conforme aumentaba la semana de cosecha. Esto concuerda con el estudio realizado en México en 1995, en el cual según se aumentaba el momento de la cosecha, se incrementaban los contenidos de MS y GT (Cajuste *et al.* 2001)

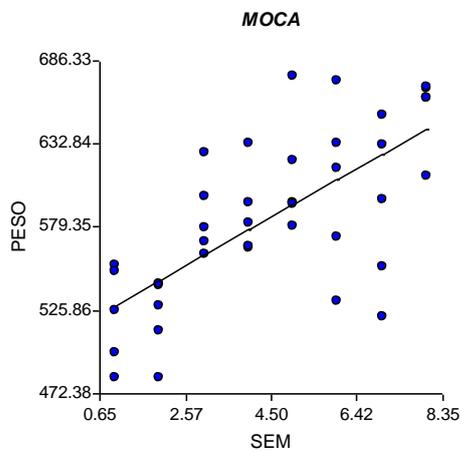
Se determinó la correlación entre el % de Grasa Total (GT) y % de Materia Seca, por considerarse como un factor de determinación de índice de cosecha. Así lo confirman otros autores (Cajuste *et al.* 2001, Dorantes *et al.* 2004). Se encontró una buena correlación entre los contenidos de grasa y materia seca ( $r = 0.72$   $P < 0.0001$ ). A continuación se presenta la ecuación y curva que explica el comportamiento de la correlación.



$R^2 = 0.61$   $P < 0.0001$   $\%GT = 13.8 - 1.03\%MS + 0.04\%MS^2$

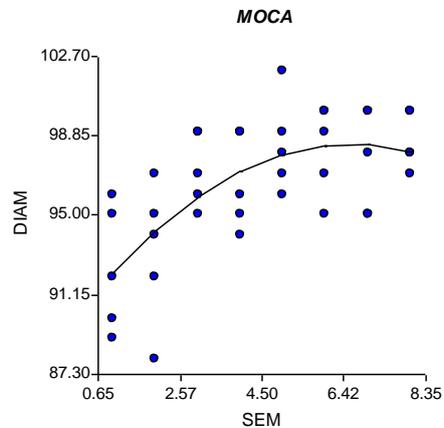
Figura 2.3. Curva entre el contenido de aceite con respecto al contenido de materia seca del aguacate cv. 'Semil 34' en la localidad de Moca

### 2.3.3.2 Variables Fenotípicas



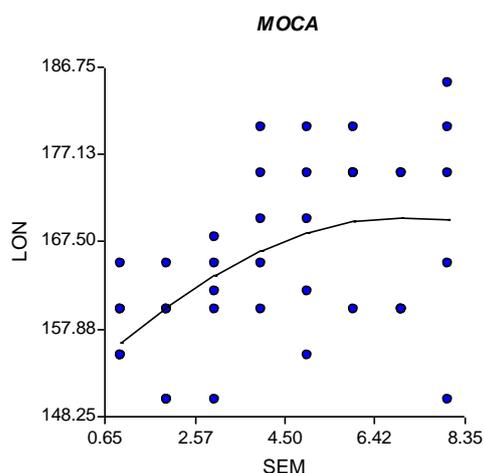
$R^2 = 0.46$   $P < 0.0001$   
 Peso = 512.84 + 16.1sem

Figura 2.4. Variación del peso del aguacate al momento de cosecha en Moca



$R^2 = 0.36$   $P < 0.0001$   
 DIAM = 89.78 - 0.2sem + 2.63sem<sup>2</sup>

Figura 2.5. Variación del diámetro del aguacate al momento de cosecha en Moca



$R^2 = 0.21$   $P = 0.0048$   
 $LON = 151.48 - 0.36 \text{ sem}^2 + 5.21 \text{ sem}$

Figura 2.6 Variación de la longitud del aguacate al momento de cosecha en Moca

De acuerdo al criterio de varios autores, el peso de la fruta no es un factor confiable como indicador del momento de cosecha (Dorantes *et al.* 2004, Cajuste *et al.* 2001). Esto básicamente porque dentro de una misma finca se tienen diferentes fechas de floración.

### 2.3.4 Calidad de Maduración

Tabla 2.1. Probabilidades de la calidad de maduración del aguacate cv. Semil´34 durante 8 semanas de cosecha en Moca.

DESCRIPTOR	UNIFMAD	DESCAS	CASAD	ESTPULP	ESTFRU
P > 0.05	0.3757	0.1953	0.2139	0.0640	0.4676

Análisis por estadística no paramétrica. Kruskal-Wallis

UNIFMAD = Uniformidad en la maduración. DESCAS: desprendimiento de la cáscara

CASAD: Cáscara de la semilla adherida a la pulpa. ESTPULP: Estado de la pulpa. ESTFRU:

Estado de la fruta.

En el análisis de la calidad de maduración de acuerdo a la Tabla 4.1, no hubo diferencias significativas entre las semanas de cosecha en ninguna de las variables evaluadas. Hay que destacar que hubo buen desprendimiento de la cáscara y en una proporción mínima resultó un poco difícil el desprendimiento de la cáscara de la semilla de la pulpa. El estado de la pulpa estuvo calificado entre bueno a excelente, mientras que el estado de la fruta en general se consideró como bueno. En cuanto a la uniformidad de maduración, muy pocas frutas se maduraron totalmente la mayor proporción (62%) se maduró en una tercera parte. Sólo en un 16% de las 60 muestras analizadas en las cosechas de las semanas 7 y 8, se les encontró algún contenido suave de fibras visibles, En ninguno de los casos, hubo maduración de las frutas donde se observara la pulpa oscura.

### 2.3.5 Características Organolépticas

La Tabla 2.2 muestra que los descriptores color, apariencia y preferencias no tienen diferencias significativas entre las semanas de cosecha. Las demás variables mostraron diferencias altamente significativas. El color resultó característico de la fruta en todas las semanas de cosecha. La apariencia de las muestras al partirlas fue buena, así como tuvieron una preferencia aceptable.

Tabla 2.2. Probabilidades de las características organolépticas del aguacate cv. Semil´34 durante 8 semanas de cosecha en Moca.

DESCRIPTOR	Color	Aroma	Sabor	Textura	Hierba	Apar	Pref.
P > 0.05	0.1495	0.0001	0.0001	0.0083	0.0003	0.1327	0.0909

Análisis por estadística no paramétrica. Kruskal-Walis

En la Tabla 2.3, se puede observar como el aroma al igual que en el sabor tuvo variaciones en las tres primeras semanas, donde se encontró en algunas de las muestras, sabor amargo y manchoso, destacándose sabor a hierba. Así pasó con la textura hasta la cuarta semana en la que al parecer que el fruto estaba maduro, al partirlo para degustarlo su textura era gomosa. Estas características mejoraron según se incrementaban las semanas de cosecha y el contenido de aceite y materia seca.

Tabla 2.3. Medias de las características organolépticas que resultaron con diferencias significativas

DESCRIPTOR/Semana de cosecha	Aroma	Sabor	Textura	Hierba
S01	5.94	5.50	6.67	5.22
S02	6.83	6.95	6.65	6.82
S03	7.10	7.15	7.37	6.82
S04	7.78	7.26	7.39	7.18
S05	6.46	6.38	6.23	6.45
S06	7.50	8.00	7.64	7.43
S07	7.08	7.58	7.15	7.36
S08	6.89	6.78	7.11	7.00
<b>P &gt; 0.05</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0001</b>	<b>0.0083</b>	<b>0.0003</b>

Análisis por estadística no paramétrica Kruskal-Walis

## 2.4. RESULTADOS LOCALIDAD EN ZONA SUR (CAMBITA)

### 2.4.1 Descripción de la finca

La finca seleccionada tiene una superficie de 1.25 ha. en terreno de ladera Se encuentra ubicada a los 18° 27'01" Latitud Norte y 70° 10'01" Longitud Oeste y a una altitud es de 295 msnm.. La plantación tiene una edad de 4 años. La plantación es sólo de aguacate híbridos (‘Gualtemanteco’ x ‘Antillanos’). El 80% es del cv. ‘Semil 34’ y el resto de los cultivares, son cv. ‘Pollock’ y ‘Popenol’.

En el manejo agronómico, no se utiliza riego, se fertilizó 3 veces en el año, con aplicaciones de abonos químicos y orgánicos. El control de maleza se realizó cuando era requerido utilizando prácticas manuales y químicas. El control de plagas y enfermedades se realiza a través del uso de insecticidas químicos, biológicos y prácticas culturales. Se realizan prácticas de conservación de suelos y dos podas al año.

### 2.4.2 Efecto de la fluorescencia

La correlación resultante de la fluorescencia de la clorofila (Fv/Fm) y % total de Aceite (GT) en la zona de Cambita, fue:

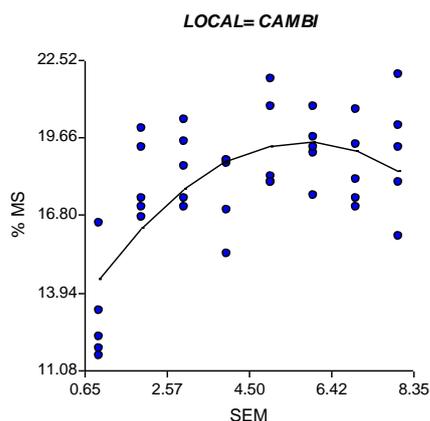
	Fv/Fm	GT
Fv/Fm	1.00	0.37
GT	-0.14	1.00

*Correlacion de Spearman: coeficientes\probabilidades*

Como se observa, el coeficiente de correlación ( $R = -0.14$  y  $P = 0.37$ ) es muy bajo al igual que en Moca, lo que confirma en también en esta zona que la fluorescencia no es indicador para determinar momento de cosecha en aguacate.

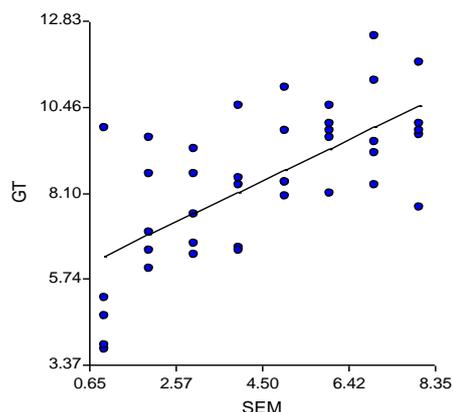
## 2.4.3 Parámetros de calidad

### 2.4.3.1 Variables químicas



$$R^2 = 0.43 \quad P < 0.0001$$
$$\%MS = 12.12 - 0.22 \text{ sem}^2 + 2.55 \text{ sem}$$

Figura 2.7 Porcentaje de materia seca en aguacates cosechados en 8 semanas en Cambita

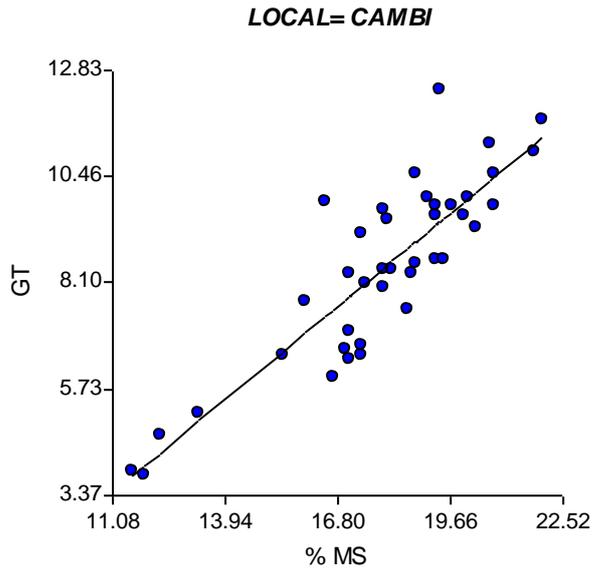


$$R^2 = 0.44 \quad P < 0.0001$$
$$GT = 5.77 + 0.54 \text{ sem}$$

Figura 2.8 Contenido del porcentaje de grasa en aguacates cosechados en 8 semanas en Cambita

De acuerdo a las Figuras 2.7 y 2.8, se observa que tanto el contenido de aceite (GT), como de materia seca (MS), muestran una tendencia ascendente conforme aumentaba la semana de cosecha. Esto concuerda con el estudio realizado en México en 1995, en el cual según se aumentaba el momento de la cosecha, se incrementaban los contenidos de MS y GT (Cajuste *et al.* 2001)

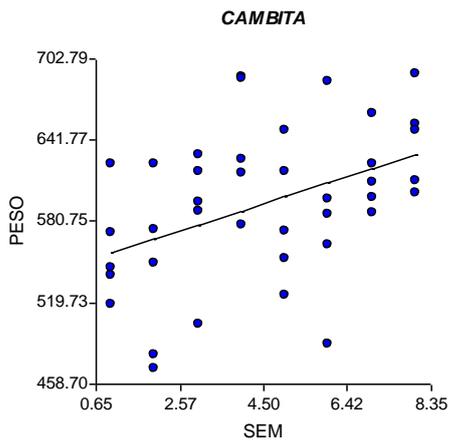
Se determinó la correlación entre el % de Grasa Total (GT) y % de Materia Seca, por considerarse como un factor de determinación de índice de cosecha. Así lo confirman otros autores (Cajuste B. J. F. *et al.* 2001, Dorantes *et al.* 2004). Se encontró una buena correlación entre los contenidos de grasa y materia seca ( $r = 0.83$   $P < 0.0001$ ). A continuación la ecuación y curva que explica el comportamiento de la correlación.



$R^2 = 0.75$   $P < 0.0001$   
 $\%GT = -4.6 + 0.72\%MS$

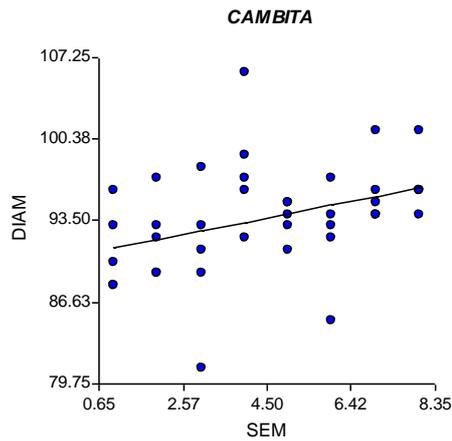
Figura 2.9. Curva entre el contenido de aceite con respecto al contenido de materia seca del aguacate cv. 'Semil 34' en la localidad de Cambita.

### 2.4.3.2 Variables Fenotípicas



$R^2 = 0.16$   $P = 0.0056$   
 $\text{Peso} = 546.32 + 10.59 \text{ sem}$

Figura 2.10. Variación del peso del aguacate al momento de cosecha en Cambita



$R^2 = 0.12$   $P = 0.0183$   
 $\text{DIAM} = 90.50 + 0.72 \text{ sem}$

Figura 2.11. Variación del diámetro del aguacate al momento de cosecha en Cambita

De acuerdo al criterio de varios autores, el peso de la fruta no es un factor confiable como indicador del momento de cosecha (Dorantes *et al.* 2004, Cajuste *et al.* 2001). Esto básicamente porque dentro de una misma finca se tienen diferentes fechas de floración.

#### 2.4.4 Calidad de Maduración

Tabla 2.4 Probabilidades de la calidad de maduración del aguacate cv. `Semil 34` durante 8 semanas de cosecha en Cambita.

DESCRIPTOR	UNIFMAD	DESCAS	CASAD	ESTPULP	ESTFRU
P> 0.05	0.2680	0.4596	0.2964	0.0494	0.1055

Análisis por estadística no paramétrica: Kruskal-Walis

UNIFMAD = Uniformidad en la maduración. DESCAS: desprendimiento de la cáscara  
CASAD: Cáscara de la semilla adherida a la pulpa. ESTPULP: Estado de la pulpa. ESTFRU: Estado de la fruta.

En el análisis de la calidad de maduración de acuerdo a la Tabla 2.4, no hubo diferencias significativas entre las semanas de cosecha en ninguna de las variables evaluadas, a excepción del estado de la pulpa que mostró una leve diferencia significativa.

En cuanto a la uniformidad de la maduración, el 38% de las frutas maduraron totalmente, mientras que el 41% maduró una tercera parte y el resto en un 50%. Hay que destacar que hubo buen desprendimiento de la cáscara y en una proporción mínima resultó un poco difícil el desprendimiento de la cáscara de la semilla de la pulpa. El estado de la fruta en general se consideró como bueno.

Tabla 2.5 Medias del estado de la pulpa de los aguacates Semil 34 durante las cosechas semanales en la localidad de la Región Sur (Cambita)

DESCRIPTOR	ESTPULP
S01	4.00
S02	3.40
S03	3.50
S04	4.00
S05	4.33
S06	3.67
S07	4.00
S08	5.00
P> 0.05	0.0494

Análisis por estadística no paramétrica: Kruskal-Walis

El estado de la pulpa estuvo calificado entre muy bueno a excelente. La tabla 2.5 muestra que en las últimas semanas su calidad fue muy buena.

También se analizaron las fibras visibles en los frutos al madurar y en esta localidad, se encontró: un contenido suave de aparición de fibras visibles, el 38 % de las 75 muestras analizadas. Esta característica se encontró básicamente a partir de la semana 4 de cosecha.

## 2.4.5 Características Organolépticas

Tabla 2.6. Probabilidades de las características organolépticas del aguacate cv. Semil´34 durante 8 semanas de cosecha en Moca.

DESCRIPTOR	Color	Aroma	Sabor	Textura	Hierba	Apar	Pref.
P > 0.05	0.3886	0.3215	0.8544	0.0055	0.2160	0.0427	0.2462

Análisis por estadística no paramétrica: Kruskal-Walis

Los descriptores de color, aroma, sabor, hierba y preferencia no mostraron diferencias significativas, encontrándose en las muestras analizadas, que una calificación buena para los mismos. La textura en las primeras semanas tuvo el problema de la gomosidad de la pulpa que no permitió sentirla con la cremosidad y suavidad característica, así como su apariencia por el contenido de fibras visibles encontradas las últimas semanas de recolección.

Tabla 2.7 Medias de las características organolépticas que resultaron con diferencias significativas

DESCRIPTOR	Textura	Apariencia
S01	7.00	7.20
S02	7.53	7.94
S03	7.31	7.18
S04	7.90	7.45
S05	6.94	7.22
S06	7.21	7.42
S07	6.94	7.33
S08	7.88	7.75
P > 0.05	0.0055	0.0427

## 2.5. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados de este estudio, la fluoroscencia en aguacates verdes no funciona como método no destructivo para la determinación de momento óptimo de cosecha.

Tomando como base la correlación del contenido de aceite y de materia seca, los aguacates del cv. `Semil 34`, en la zona de Moca, alcanzaron su momento óptimo de cosecha a partir de la tercera semana ( $\%GT = 9.18$  y  $\%MS = 20.02$ ). Este momento equivale a la semana 24 después de la floración. En ese tiempo, las características de calidad son de aceptación en el mercado de exportación y se complementan con la calidad de la maduración y organoléptica, las cuales son mejores, a partir de ese momento de cosecha, en que se logran los estándares de contenido de aceite y materia seca.

En el caso de la zona Sur (Cambita), la correlación del contenido de aceite y de materia seca de los aguacates del cv. `Semil 34`, se alcanzan a partir de la semana cinco ( $\%GT = 9.12$  y  $\%MS = 19.3$ ). Este momento equivale a la semana 26 después de la floración. También sus características en la calidad de maduración y organoléptica, son mejores a partir del momento de cosecha, en que se logran los estándares de  $\%GT$  y  $\%MS$

Se comprobó como opinaron otros autores que las características fenotípicas, no son un indicador confiable para la determinación de momento de cosecha (Cajuste *et al.* 2001, Dorantes *et al.* 2004).

## 2.6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las curvas de regresión resultantes, es preciso repetir la investigación y ampliar el número de semanas de cosecha, a fin de observar si es posible encontrar un punto de máxima curvatura.

Se requiere de la continuación de la investigación, por lo menos durante dos períodos más de cosecha, para asegurar el comportamiento de las cosechas y poder concluir científicamente sobre el índice de cosecha del aguacate cv. `Semil 34`.

### **III. ACTIVIDAD 2.**

**Influencia del manejo y condiciones edafoclimáticas sobre la calidad del aguacate (*Persea americana* Mill.) cv. 'Semil 34' en dos localidades.**

#### **3.1 OBJETIVOS**

##### **3.1.1 Objetivo General**

Determinar el efecto de las condiciones edafoclimáticas y manejo del cultivo sobre la calidad del aguacate cv. 'Semil 34', en dos zonas productoras ubicadas en el Norte y Sur del país.

##### **3.1.2 Objetivos específicos**

- Determinar los efectos de las zonas productoras del aguacate cv. 'Semil 34', sobre las características físico – químicas.
- Determinar los efectos de las zonas productoras del aguacate cv. 'Semil 34', sobre las características de la calidad de maduración.
- Determinar los efectos de las zonas productoras del aguacate cv. 'Semil 34', sobre las características organolépticas

#### **3.2 MATERIALES Y MÉTODOS**

Se eligieron las dos zonas de mayor producción para realizar el estudio, una en la Región Norte (Moca, Provincia Espaillat) y la otra en la Región Sur (Cambita, Provincia San Cristóbal). Además se seleccionó el cv. Semil 34, debido a que es el sembrado por el 95% de los productores y ocupa el 80% del área sembrada. Las zonas de estudio mencionadas representan el 21% y 11.5% del área de siembra de dicha variedad respectivamente. Los trabajos de campo se realizaron para el período de cosecha 2006 – 2007.

### 3.2.1 Descripción de las zonas

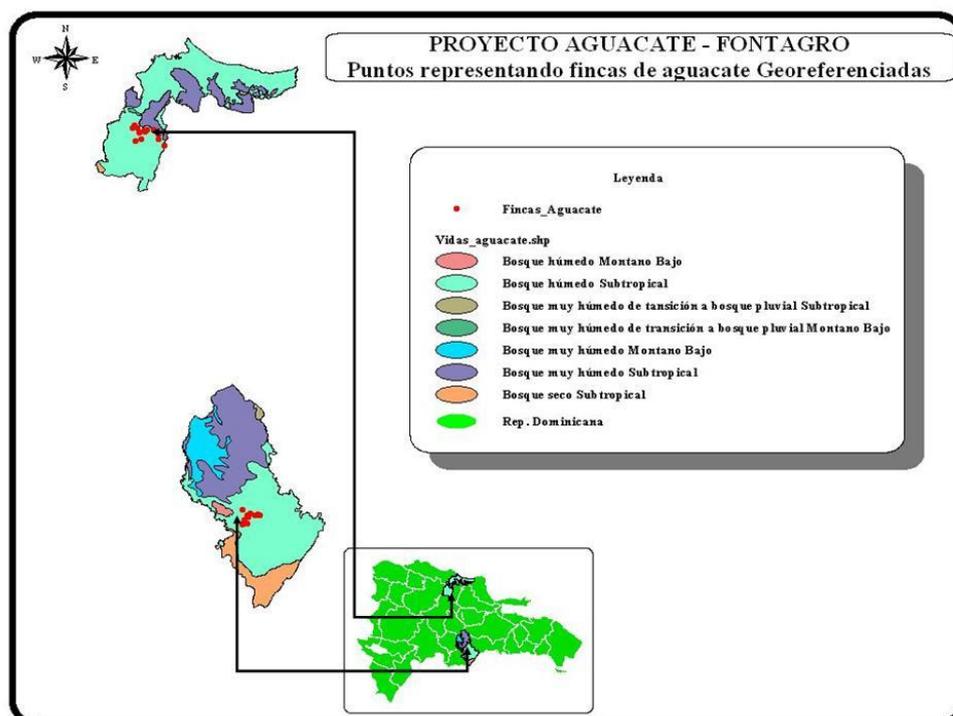


Figura 3.1. Representación de las zonas de vida de las zonas de las Provincias Espaillat y San Cristóbal.

En la Figura 3.1, de acuerdo a Holdridge (1987), se describe que la zona de vida en ambas localidades seleccionadas es de bosque húmedo subtropical. Los suelos son escabrosos de montaña. La pluviometría de 2100 mm anuales está bien distribuida y la temperatura media anual es de 25.8°C para la localidad de Moca y 26°C para Cambita.

En la figura 3.2 se observa, la ubicación en el país de las zonas seleccionadas. La altitud de las fincas en la zona Norte osciló entre 319 y 649 msnm con una media de 447 msnm. En la zona Sur las altitudes estuvieron entre 266 y 444 msnm con una media de 334 msnm (Ver relación de fincas en anexo 1)

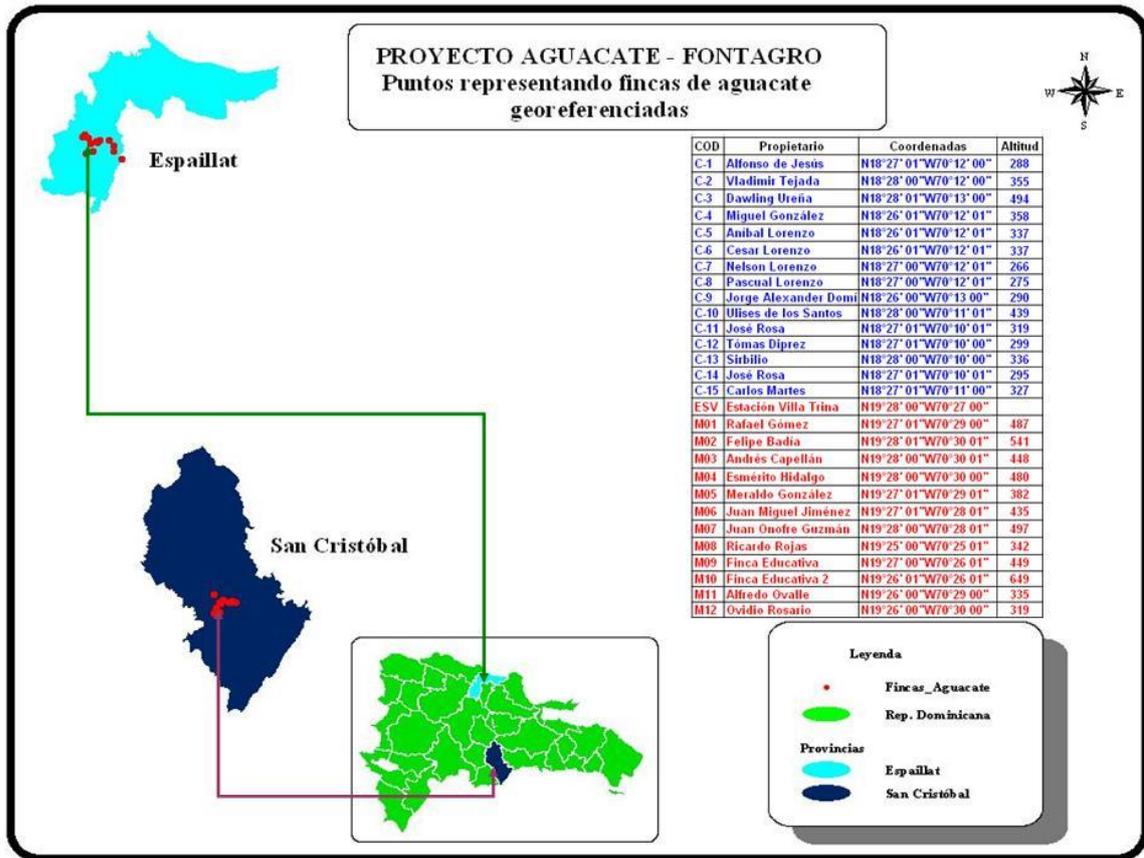


Figura 3.2. Ubicación de las localidades y coordenadas de las fincas de aguacate estudiadas

### 3.2.2 Tipo de investigación

La investigación fue exploratoria y sin un diseño propiamente establecido

### 3.2.3 Variables medidas

- a) Climáticas : Temperatura, pluviometría, humedad relativa, altitud.
- b) Característica físico-químicas del suelo (micro y macro-nutrientes, pH, materia orgánica, salinidad y textura).
- c) Manejo de la plantación (Fertilización, poda, control de malezas, manejo fitosanitario, edad y marco de plantación, entre otras)
- d) Atributos de calidad : Físico – químicos (% grasa, % materia seca, carbohidratos, peso, longitud, diámetro)

Tiempo de maduración, desprendimiento de la cáscara y la semilla, uniformidad de la maduración

Organolépticos (sabor, textura, color y aroma de la pulpa, sabor a hierba, contenido de fibras, apariencia y preferencia).

### 3.2.4 Manejo del experimento

Dentro de las zonas para el estudio se seleccionaron al azar 12 fincas en Moca y 15 en Cambita (Muestra seleccionada con un 90% de confiabilidad y un error de un 15%, de una población de 141 fincas en Cambita y 112 en Moca), cuya producción es destinada a la exportación.

Dentro de las fincas se seleccionó una parcela de 629 m<sup>2</sup>, en ella se marcaron 3 árboles con competencia perfecta, para la toma de 13 frutos, con calidad de exportación (Adherencia de la cáscara ligera, textura y pulpa cremosa, poca fibra, contenido de aceite mayor a 8%, vida de anaquel de más de 8 días y forma periforme), al momento de la floración. Se identificaron y marcaron árboles para la recolección de las muestras. Los frutos fueron cosechados en el momento óptimo de cosecha de acuerdo al criterio del productor, 28 semanas después de la floración.

Se realizó en cada finca, análisis de suelo y foliar, así como georeferenciación con ayuda de un GPS. Para conocer el manejo de las plantaciones al momento del marcado de los árboles, se realizó una encuesta a los productores. Además se tomaron los datos climáticos durante el ciclo del cultivo.

La cosecha se realizó de forma manual, haciendo el corte del pedúnculo con tijera. De 13 frutos recolectados, 5 fueron destruidos el mismo día de la cosecha, para la determinación de las características físico – químicas.

Ocho aguacates fueron almacenados a temperatura ambiente (25 a 27°C), hasta la maduración. Se comprobó la maduración a través del tacto. Según Eaks (1991), la temperatura óptima para la maduración y para obtener una fruta de calidad varía entre 21 a 27°C.

Al madurar se analizaron 3 frutas para determinar las pruebas de calidad de maduración, pérdida de peso, uniformidad de la maduración, estado de la pulpa, los días de maduración, como fue el desprendimiento de la cáscara y la semilla de la pulpa (con escala de 1 a 5, siendo 5 la que representó el mejor desprendimiento y estado). Además se analizó si se observaron o no fibras visibles.

Para las organolépticas, se utilizó un panel de seis catadores (no profesionales), quienes degustaron los aguacates, para ofrecer su opinión. Probaron por lo menos 3 frutas diferentes de cada muestra.

Para el análisis de los datos de las características físico químicas del aguacate, primeramente, se hicieron análisis exploratorios para comprobar el cumplimiento de los supuestos para la realización del análisis de varianza. Se puso atención a la normalidad de las distribuciones de los residuos de los datos y la homogeneidad de las varianzas entre las localidades y fincas en estudio. La hipótesis de normalidad en las distribuciones de los residuos se hizo mediante la prueba analítica de Shapiro-Wilks ( $p < w$ ). La hipótesis de

homogeneidad de las varianzas se hizo por el método analítico de la prueba de Levene (*Ho: las varianzas de las poblaciones son iguales*), considerada como la prueba estándar para este propósito. Para realizarla se hizo un análisis de varianza de los valores absolutos de los residuos de cada variable (Steel y Torrie, 1989; Fernández, 1992).

Como los datos no cumplieron con algunos de los supuestos para el análisis de varianza, las diferencias entre las medias de las localidades para las variables fueron evaluadas por la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Mann-Whitney) para muestras independientes. Los análisis fueron realizados a través del programa estadístico InfoStat, versión 2004.

Para las variables cualitativas sobre calidad de maduración y organolépticas, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Mann-Whitney) para muestras independientes.

### 3.2.5 Manejo Agronómico

En encuesta realizada para conocer el manejo agronómico de las fincas seleccionadas se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 3.1 Resultados comparativos del manejo agronómico de fincas de aguacate en las zonas Norte y Sur de la República Dominicana

Descripción	CAMBITA (Sur)	MOCA (Norte)
<b>No. de fincas evaluadas</b>	15	12
<b>Altitud Promedio (msnm)</b>	334	447
Mínima	266	319
Máxima	494	649
<b>Edad plantaciones</b>		
• Menos de 10 años	93% (14)	58% (7)
• Entre 10 y 20 años	7% (1)	42% (5)
• Más de 20 años		
<b>Superficie</b>		
• Menos de 2 ha	27% (4)	
• Entre 2 y 6 ha	33% (5)	25% (3)
• Entre 6 y 63 ha	33% (5)	58% (7)
• 63 ha o más	7% (1)	17% (2)
<b>Asociación de cultivos</b>		
• Si	53% (8)	100%
• No	47% (7)	
Detalle	Frutales, cultivos y forestales	Frutales, cultivos y forestales
<b>Variedades de Aguacate</b>		
• Sólo Semil´34	33% (5)	100%
• Semil y otros	66% (10)	
	Choquete, Pollock, Melendez, Hall, Lula,	Choquete, Pollock, Melendez, Hall, Lula,

	Popenol, Waldin, Carla, Dr. Dupui, Príncipe Negro	Popenol, Carla
<b>Control de plagas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si</li> <li>• No</li> </ul>	93% (14) 7% (1) Control químico	92% (11) 8% (1) Control químico
<b>Control de Malezas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No</li> <li>• Control Manual</li> <li>• Manual y Qco</li> </ul>	7% (1) 33% (5) 60% (9)	100%
<b>Fertilización</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No</li> <li>• Si</li> </ul>	7% (1) 93% (15), 1 - 4 veces al año	0% 67% 1 - 2 veces 33% entre 3 y 6 veces al año
<b>Conservación de suelo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si</li> <li>• No</li> </ul>	67% (10) 33% (5) Barreras vivas y muertas	92% (11) 8% (1) Barreras vivas y muertas, zanjas de contorno, desperdicios de la fincas
<b>Fertilización foliar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si</li> <li>• No</li> </ul>	No hubo respuestas	83% (10) 17% (2)
<b>Podas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No</li> <li>• Si</li> </ul>	20% (3) 80% (12). 1 y 2 veces.	100% por lo menos una vez al año
<b>Marco de plantación</b>	promedio 6 x 6 m	promedio 6 x 6 m
<b>Riego</b>	20 % (3)	No riego el 100%
<b>% de frutas desechadas estimado</b>	10%	18%

Los parámetros básicos que utilizan los productores para determinar el momento de cosecha son, el cambio de color y el peso del aguacate, además ajustan la cosechas a la demanda y precios del mercado.

### 3.2.6 Características de suelo

Tabla 3.2 Media de los resultados del análisis de suelo de las fincas de aguacate en las localidades de Moca y Cambita

CARACTERÍSTICA	MOCA	CAMBITA
pH Agua	7.80	7.80
C.E.	0.34	0.32
%CaCO <sub>3</sub>	0.00	11.70
Ca (Meq/100 ml)	74.30	83.80
Mg (Meq/100 m)	2.90	2.20
K (Meq/100 m)	0.71	0.60
Na (Meq/100 m)	0.20	0.20
H, Al (Meq/100 ml)	0.00	0.00
CICE	77.80	86.80
Ca/Mg	30.00	44.00
Ca/Mg	4.40	4.70
Ca+Mg/K	127.40	184.00
PSAI	0.00	0.00
PS-Ca	95.00	96.50
PS-Mg	3.80	2.60
PS-K	0.90	0.70
PS-Na	0.30	0.30
Fe (ppm)	21.90	17.50
Mn (ppm)	11.70	27.10
Cu (ppm)	3.60	1.50
Zn (ppm)	2.10	2.00
P (ppm)	9.20	8.20
%MO	4.60	4.40

Tabla 3.3 Medias del análisis foliar de fincas de aguacate en las localidades de Moca y Cambita

LOCALIDAD	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Cambita (Sur)	2.00	0.11	0.73	2.14	0.30	60	38	17	37	16
Moca (Norte)	2.04	0.13	0.76	1.88	0.32	125	38	22	34	20
Rangos deseables	1.70	0.10	0.75	1.00	0.35	60	80	5	30	30
	2.10	0.20	1.50	3.00	0.70	300	400	15	100	60

De acuerdo a las Tablas 3.2 Y 3.3, se observa que tanto los suelos de Moca como los de Cambita, San Cristóbal, corresponden a suelos básicos y algunos son calcáreos (altos valores de CaCO<sub>3</sub> libre), por esta razón son ricos en calcio; sin embargo, presentan desbalance respecto a la relación calcio-magnesio (relación Ca/Mg mayor de 6) lo cual perjudica la nutrición magnésica. Su contenido de potasio va de normal a alto (mayor de 0.5 meq/100 ml). En las dos zonas predomina una tendencia a bajos niveles de manganeso y de zinc. La materia orgánica es alta tanto en Cambita como en Moca, esto es muy favorable a la nutrición nitrogenada y a las características físicas y químicas del suelo.

En ninguna de las dos zonas se observan situaciones críticas o extremas de suelo que puedan perjudicar al cultivo (acidez, salinidad, etc.), más bien, los suelos presentan condiciones químicas muy favorables al cultivo.

Los análisis foliares reflejan las tendencias observadas en el suelo en cuanto a magnesio, zinc y manganeso. Tanto en Cambita como en Moca el magnesio se encuentra a un nivel bajo; el zinc está bajo en Moca y normal en Cambita pero el manganeso está bajo en las dos comunidades. El boro, otro microelemento que se encuentra bajo en ambas localidades.

En sentido general, los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio son favorables al cultivo de aguacate y son muy similares en ambas zonas (ver tablas).

Se debe destacar que desde el punto de vista nutricional la meta principal es lograr valores normales o deseables en los análisis foliares, sin embargo, ello no es garantía para una buena producción o calidad debido a que ambas variables son afectadas por muchos otros factores de suelo, clima y manejo y no solo por la nutrición.

El manejo nutricional de este cultivo en ambas zonas debe contar, además de las dosis de NPK, de suplementos con magnesio, manganeso, zinc y boro. Los microelementos pueden aplicarse por la vía foliar o combinados con las aplicaciones de N-P-K-Mg al suelo.

Según Agroinformación (s/f<sup>2</sup>) los suelos recomendados para el cultivo son de textura ligera, con pH neutro o ligeramente ácidos (5.5 a 7). Pueden cultivarse en suelos arcillosos y franco arcillos siempre que tengan un buen drenaje. Se considera como buena precipitación, 1,200 mm anuales bien distribuidos.

### **3.3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.3.1 Características químicas**

Se realizaron comparaciones entre las localidades, sobre las características químicas del aguacate, determinantes para conocer su calidad, contenido de aceite (GT) y materia seca (MS) (Cajuste *et al.* 2001, López L. 1998, INFOAGRO s/f), no se encontró diferencias significativas en el contenido de MS ( $P = 0.3287$ ), pero si en el contenido de aceite ( $P = 0.037$ ). El mayor contenido de aceite fue para la zona de Cambita (Ver Tabla 3.4).

---

<sup>2</sup> El cultivo del aguacate. Disponible en: [http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tropicales/aguacate.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/aguacate.htm) Consultado 14 de septiembre 2006. p. 2

Tabla 3.4 Comparación de las medias por localidad para las variables de contenido del % total de aceite (%GT) y materia seca (%MS) del aguacate cv. 'Semil 34'

DESCRIPTOR	% GT		% MS	
	Media	DES STD	Media	DES STD
CAMBITA	9.66	1.66	19.82	1.68
MOCA	9.07	1.79	19.74	2.48
<b>P*</b>	<b>0.0377</b>		<b>0.3287</b>	
Pr<W**	< 0.0001		< 0.0001	
Pr >F	<b>0.3327</b>		<b>0.0069</b>	
Residuales ***				

\*Prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney) ( $P \leq 0.05$ )

\*\* Shapiro-Wilks ( $H_0$ : la distribución de los residuos es normal) \*\*\*Levene, Pr>F (Residuales)

### 3.3.2 Características fenológicas

En cuanto a la caracterización fenológica se pueden apreciar los resultados en la Tabla 3.5. Existe una alta diferencia significativa entre las características físicas de las localidades en estudio, las cuales pueden ser debidas a las diferentes zonas de vida de las localidades y las edades de las plantaciones, donde el 93% de las fincas de la zona de Cambita tienen menos de 10 años y en caso opuesto, las fincas de Moca el 42% tienen más de 12 años.

El peso, diámetro y longitud de la fruta al momento de la cosecha, muestran un aguacate de mayores dimensiones en la localidad de Cambita.

En cuanto al grosor de la cáscara y la pulpa, no hubo diferencias significativas en las localidades ( $P = 0.429$  y  $0.5714$  respectivamente).

Tabla 3.5 Comparación de las medias por localidad para variables físicas del aguacate cv. 'Semil 34'

DESCRIPTOR	PESO (g)		DIÁMETRO (mm)		LONGITUD (mm)	
	Media	D STD	Media	D STD	Media	D STD
CAMBITA	624.91	86.22	96.19	7.26	187.92	21.95
MOCA	536.63	58.00	92.35	4.44	161.05	11.94
<b>P</b>	<b>&lt; 0.0001</b>		<b>0.0039</b>		<b>&lt; 0.0001</b>	
Pr<W*	< 0.0001		< 0.0001		< 0.0001	
Pr>F Residuales ***	<b>0.0015</b>		<b>0.0486</b>		<b>&lt; 0.0001</b>	

DESCRIPTOR	GROSOR CÁSCARA (mm)		GROSOR PULPA (mm)	
	Media	D STD	Media	DES STD
CAMBITA	1.27	0.06	17.60	1.42
MOCA	1.38	0.28	16.27	1.61
<b>P*</b>	<b>0.6429</b>		<b>0.5714</b>	
Pr<W **	< 0.0001		< 0.0001	
Pr>F Residuales ***	<b>0.0463</b>		<b>0.9318</b>	

\*Prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney)

\*\* Shapiro-Wilks ( $H_0$ : la distribución de los residuos es normal) \*\*\*Levene, Pr>F (Residuales))

A la maduración de los aguacates, se hizo un análisis para caracterización del mismo en función del porcentaje de cáscara, pulpa y semilla. Entre las localidades se encontraron diferencias significativas ( $P = 0.0357$ ). El % de la pulpa en la localidad de Cambita, resultó mayor, con un menor contenido de cáscara y semilla, con respecto a la zona de Moca (Ver Tabla 3.6)

Tabla 3.6 Características del aguacate cv. 'Semil 34' en relación al contenido del porcentaje cáscara, pulpa y semilla.

DESCRIPTOR	% CÁSCARA		%PULPA		%SEMILLA	
	Media	D STD	Media	D STD	Media	D STD
CAMBITA	7.00	0.53	79.07	1.74	13.93	1.21
MOCA	8.84	0.58	73.38	1.84	17.76	1.61
<b>P*</b>	<b>0.0357</b>		<b>0.0357</b>		<b>0.0357</b>	
<b>Pr&lt;W**</b>	<b>&lt; 0.0001</b>		<b>&lt; 0.0001</b>		<b>&lt; 0.0001</b>	
<b>Pr&gt;F Residuales ***</b>	<b>0.7434</b>		<b>0.2959</b>		<b>0.9256</b>	

\*Prueba de Wilcoxon (Mann- Whitney)

\*\* Shapiro-Wilks ( $H_0$ : la distribución de los residuos es normal) \*\*\*Levene, Pr>F (Residuales))

### 3.3.3 Calidad de maduración

Al analizar aspectos relacionados con la maduración, se encontró que existe diferencia altamente significativa al comparar los días de cosecha a maduración de los frutos, así como en el porcentaje de pérdida, durante este proceso entre la localidades ( $P < 0.0001$ ). En Cambita hubo menos pérdida de peso (10.44%) que en Moca 20.49%. Con respecto a los días de vida verde para alcanzar el estado de madurez el promedio en Cambita fue 9.42 contra 15.77 días los de Moca.

Tabla 3.7 Medias y desviación estandar de calidad de maduración del aguacate cv. 'Semil 34' en las localidades.

DESCRIPTOR	% PPM		DIAS MADURACION		UNIF. MAD.	
	Media	D STD	Media	D STD	Media	D STD
CAMBITA	10.44	6.68	9.42	3.54	76.70	17.39
MOCA	20.49	8.19	15.77	4.35	71.30	17.11
<b>P*</b>	<b>&lt; 0.0001</b>		<b>&lt; 0.0001</b>		<b>0.1255</b>	
<b>Pr&lt;W**</b>	<b>&lt; 0.0001</b>		<b>&lt; 0.0001</b>			
<b>Pr&gt;F Residuales ***</b>	<b>0.0803</b>		<b>0.3702</b>			

\*Prueba de Wilcoxon (Mann- Whitney)

\*\* Shapiro-Wilks ( $H_0$ : la distribución de los residuos es normal) \*\*\*Levene, Pr>F (Residuales))

DESCRIPTOR	DESPRENDIMIEN TO DE CÁSCARA		DESPRENDIMIEN TO DE SEMILLA		ESTADO DE PULPA		ESTADO DE FRUTA	
	Media	D STD	Media	D STD	Media	D STD	Media	D STD
CAMBITA	4.82	0.44	4.36	0.61	4.38	0.72	75.6	24.38
MOCA	4.65	0.82	4.46	0.84	4.07	0.76	69.16	26.94
<b>P*</b>	<b>0.5669</b>		<b>0.1231</b>		<b>0.0299</b>		<b>0.1635</b>	

\*Prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney)

PPM = Porcentaje de pérdida de peso de cosecha a maduración. UNIF. MAD = Uniformidad de la maduración.

Los frutos en general no maduraron totalmente en ninguna de las localidades, la maduración estuvo alrededor del 75% de la fruta. En ambos casos hubo un buen desprendimiento de la cáscara de la pulpa y fue casi imperceptible los frutos en que quedó cáscara de la semilla adherida a la pulpa.

Se encontró diferencia significativa ( $P = 0.299$ ) en el estado de la pulpa para las localidades, pero resultando la misma con muy buena aceptación. Una apreciación general del estado de la fruta, no tuvo diferencia significativa ( $P = 0.1635$ ). La media de las observaciones hechas estuvo entre 69 y 75%. Esto está asociado con el hecho de que los frutos no maduraron totalmente. Además, como no se hizo ningún tipo de fumigación durante la maduración, en algunos de los frutos, se encontró pudrición en el pedúnculo. Según INFOAGRO (s/f), esta pudrición es causada por *Botryodiplodia theobromae* Pat. y aparece como un pardeamiento oscuro o una coloración negra que se inicia en el pedúnculo y avanza hacia la punta floral, finalmente cubre la fruta completa. *Dothiorella gregaria* Saac. es otra causa de pudrición de la cicatriz del pedúnculo en aguacates con madurez de consumo.

Dentro de las observaciones realizadas se analizó el contenido de fibras visibles en el fruto madurado. Se encontró que en 13 de las fincas analizadas de la zona de Cambita, los aguacates mostraron fibras visibles. En Moca sólo en una muestra de una finca se encontraron signos de fibras visibles.

### 3.3.4 Características Organolépticas

En estas características se analizaron, el color, aroma, sabor, textura, sabor a hierba, sabor residual, apariencia y preferencia de las muestras. Se utilizó una escala hedónica que se muestra a continuación:

- |               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| 10 Excelente  | 5 Me disgusta levemente       |
| 9 Muy bueno   | 4 No me gusta                 |
| 8 Bueno       | 3 Me gusta pero no lo consumo |
| 7 Aceptable   | 2 Malo                        |
| 6 Indiferente | 1 Muy malo                    |

Tabla 3.8 Medias y desviación estándar de las características organolépticas del aguacate cv. `Semil34` en las localidades

DESCRIPTOR	COLOR		AROMA		SABOR		TEXTURA	
	Media	D STD						
CAMBITA	7.07	1.42	6.88	1.57	6.93	1.64	6.89	1.73
MOCA	7.16	1.51	6.97	1.42	7.14	1.54	7.15	1.29
<b>P*</b>	<b>0.2229</b>		<b>0.7376</b>		<b>0.2499</b>		<b>0.5556</b>	

DESCRIPTOR	HIERBA		SABOR RESID		APARIENCIA		PREFERENCIA	
	Media	D STD						
CAMBITA	6.76	1.66	6.96	1.63	7.29	1.59	7.26	1.59
MOCA	6.80	1.39	6.91	1.62	7.13	1.51	7.16	1.22
<b>P*</b>	<b>0.7687</b>		<b>0.6298</b>		<b>0.1519</b>		<b>0.6014</b>	

\*Prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney)

Como se observa en la Tabla 3.8 que no hubo diferencias significativas entre las localidades para cada uno de los descriptores analizados, en todos al nivel de  $P > 0.05$ . Se puede decir que los aguacates resultaron entre aceptables y buenos. Hay que tomar en consideración que el panel de degustadores, no es un panel debidamente entrenado, fueron consumidores que disfrutaban del fruto.

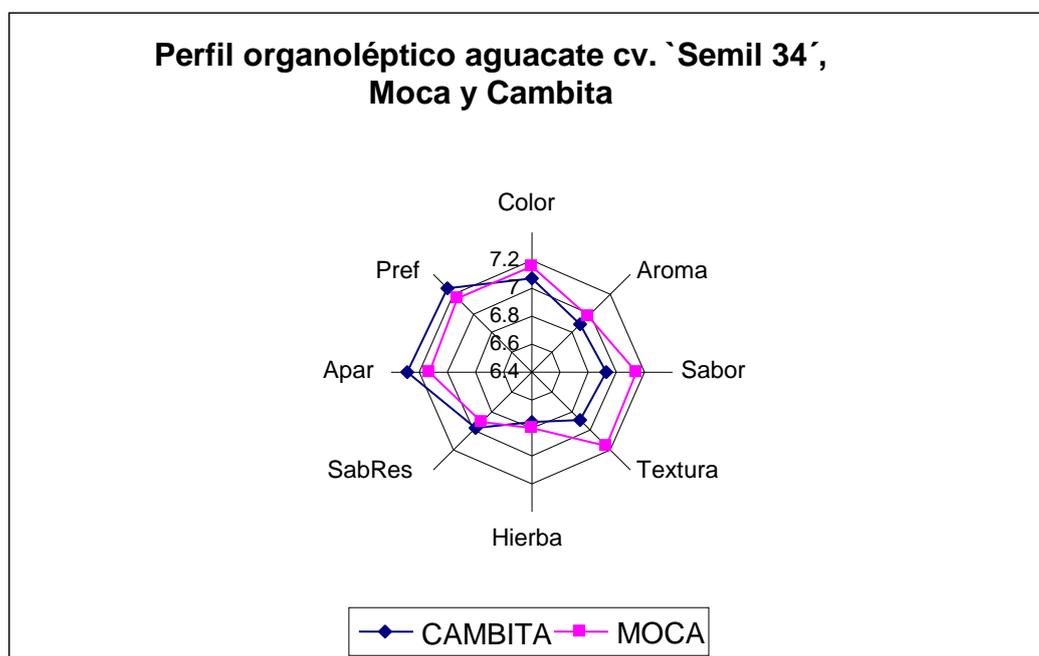


Figura 3.3. Perfil organoléptico del aguacate cv. `Semil 34` cosechado en el período 2006, en zonas productoras Moca y Cambita.

En la Figura 3.3, se observa que no existen diferencias entre las diferentes zonas productoras en cuanto a las características organolépticas, además de acuerdo al panel de catadores las características analizadas (Color, aroma, sabor, textura, sabor a hierba, sabor residual, apariencia y la preferencia), se mantienen dentro de un rango de aceptabilidad de las frutas.

### 3.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se encontró que la zona influyó en una suave diferencia significativa en el contenido de aceite entre las localidades. Ambas localidades sobrepasan en su contenido de aceite el mínimo aceptado del 8%.

El contenido de aceite resultó mayor en zona del Sur (Cambita), donde el 93% de las plantaciones muestreadas tienen menos de 10 años y en las del Norte (Moca) el 52% tienen 12 años o más. En contenido de materia seca no hubo influencia de la zona y se encuentran dentro de los estándares mínimos requeridos.

La mayor diferencia entre las zonas estuvo en las características fenológicas de los frutos, donde las dimensiones del aguacate de Cambita superan en gran medida a los de Moca (peso, diámetro, longitud, % del contenido de cáscara, pulpa y semilla). No se influyó en el grosor de la cáscara y la pulpa que no presentaron diferencias estadísticas.

También hubo influencia de la zona, en la calidad de maduración. Se registró una diferencia altamente significativa en el % de pérdida de peso al madurar, siendo menor para Cambita y en los días de vida verde del fruto, Los aguacates de Moca, tuvieron una vida verde mucho más larga.

Las condiciones de manejo y edafoclimáticas de las zonas no influyeron en las características organolépticas, sólo se destacó en Cambita en más del 90% de las fincas, fibras visibles en los frutos. Las preferencia frutas por el panel sensorial fue calificada como buena.

Bajo las condiciones de este estudio, los frutos del cv. `Semil 34`, cultivados en las zonas productoras de Cambita y Moca, se puede caracterizar como sigue:

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>CAMBITA</b>	<b>MOCA</b>
% Aceite	9.66 $\pm$ 1.66	9.07 $\pm$ 1.79
% Materia Seca	19.82 $\pm$ 1.68	19.74 $\pm$ 2.48
Peso (g)	624.9 $\pm$ 86.22	536 $\pm$ 58.00
Diámetro (mm)	96.19 $\pm$ 7.26	92.36 $\pm$ 4.44
Longitud (mm)	187.92 $\pm$ 21.95	161.05 $\pm$ 11.94
Grosor de la cáscara (mm)	1.27 $\pm$ 0.06	1.38 $\pm$ 0.28
Grosor de la pulpa (mm)	17.60 $\pm$ 1.42	16.27 $\pm$ 1.61
Días de vida de anaquel	9.42 $\pm$ 3.54	15.77 $\pm$ 4.35
% de cáscara	7.00 $\pm$ 0.53	8.84 $\pm$ 0.58
% de pulpa	79.07 $\pm$ 1.74	73.38 $\pm$ 1.84
% de semilla	13.93 $\pm$ 1.21	17.76 $\pm$ 1.61
% pérdida de peso al madurar	10.44 $\pm$ 6.68	20.49 $\pm$ 8.19
Fibras visibles	Si	No

### 3.5 RECOMENDACIONES

Se recomienda, repetir este estudio, por los menos dos años más, a fin de confirmar los resultados obtenidos en esta cosecha y establecer las características del cultivar.

### 3.6 ANEXOS

**Anexo 1.** Relación de altitud. Coordenadas y productores de las fincas seleccionadas en las comunidades de Moca y Cambita en estudio de aguacate cv. `Semil 34`

COD	Propietario	Coordenadas	Altitud
C-1	Alfonso de Jesús	N18°27' 01"W70°12' 00"	288
C-2	Vladimir Tejada	N18°28' 00"W70°12' 00"	355
C-3	Dawling Ureña	N18°28' 01"W70°13' 00"	494
C-4	Miguel González	N18°26' 01"W70°12' 01"	358
C-5	Aníbal Lorenzo	N18°26' 01"W70°12' 01"	337
C-6	Cesar Lorenzo	N18°26' 01"W70°12' 01"	337
C-7	Nelson Lorenzo	N18°27' 00"W70°12' 01"	266
C-8	Pascual Lorenzo	N18°27' 00"W70°12' 01"	275
C-9	Ulises de los Santos	N18°26' 00"W70°13' 00"	290
C-10	Jorge Alexander Domínguez	N18°28' 00"W70°11' 01"	439
C-11	José Rosa	N18°27' 01"W70°10' 01"	319
C-12	Tómas Diprez	N18°27' 01"W70°10' 00"	299
C-13	Sirbilio Pérez	N18°28' 00"W70°10' 00"	336
C-14	José Rosa	N18°27' 01"W70°10' 01"	295
C-15	Carlos Martes	N18°27' 01"W70°11' 00"	327
ESV	Estación Villa Trina	N19°28' 00"W70°27' 00"	
M01	Rafael Gómez	N19°27' 01"W70°29' 00"	487
M02	Felipe Badía	N19°28' 01"W70°30' 01"	541
M03	Andrés Capellán	N19°28' 00"W70°30' 01"	448
M04	Esmérito Hidalgo	N19°28' 00"W70°30' 00"	480
M05	Meraldo González	N19°27' 01"W70°29' 01"	382
M06	Juan Miguel Jiménez	N19°27' 01"W70°28' 01"	435
M07	Juan Onofre Guzmán	N19°28' 00"W70°28' 01"	497
M08	Ricardo Rojas	N19°25' 00"W70°25' 01"	342
M09	Finca Educativa	N19°27' 00"W70°26' 01"	449
M10	Finca Educativa 2	N19°26' 01"W70°26' 01"	649
M11	Alfredo Ovalle	N19°26' 00"W70°29' 00"	335
M12	Ovidio Rosario	N19°26' 00"W70°30' 00"	319

#### IV. LITERATURA CITADA

- Anónimo. S/F. Recomendaciones técnicas para el aguacate. Disponible en línea: [http://www.icta.gobgt/fpdf/recom\\_/frut\\_Is/cultivoaguacate.PDF](http://www.icta.gobgt/fpdf/recom_/frut_Is/cultivoaguacate.PDF) Consultado 24 de febrero 2007. 55p.
- Cajuste, B.J.F., Saucedo V.C. y Colinas L. Ma. T. 1994. Comportamiento postcosecha de fruto de aguacate (cv Hass) en función de la época de corte. Revista Fitociencia Mexicana. Vol. 17(1):94-102. Documento en línea.  
[http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX\\_1998-2001/CICTAMEX\\_1998-2001\\_PG\\_034-043.pdf](http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1998-2001/CICTAMEX_1998-2001_PG_034-043.pdf). Fecha de acceso: 22 de febrero de 2007.
- CEI-RD (Centro de Exportaciones Internacionales de la República Dominicana). 2007. Reportes de Estadísticas. Documento disponible en línea: [http://www.cei-rd.gov.do/estadisticas/reportes/producto\\_pais.asp](http://www.cei-rd.gov.do/estadisticas/reportes/producto_pais.asp). Fecha de acceso: 21 de febrero de 2007
- Dorantes, L., Parada L., Ortiz, A. 2004. Capítulo XXX Avocado: Post-Harvest Operation. Organización de las Naciones Unidas par la Agricultura y la Alimentación (FAO). Edited by AGST/FAO: Danilo Mejía, PhD, FAO (Technical), Emanuela Parrucci (HTML transfer). Disponible en línea: <http://www.avocadosource.com/>. Consultado el 26 de febrero de 2007. 14p.
- Eaks, Irving L. 1991. Sistema de manejo post-cosecha y fisiología del aguacate. Memorias del seminario internacional del Aguacate. Poscosecha y comercialización. Banco de México. México. P 57-63
- Fernández, George. 1992. Residual análisis and data transformations: important tools in statistical analysis. HortScience, Vol. 27(4), April, 1992. 297-300.
- Holdridge, Leslie. 1987. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, 216p.
- INFOAGRO. s/f. El cultivo del aguacate. Documento en línea. Disponible en <http://www.infoagro.com/frutas/frutas.tropicales/aguacate.htm> Fecha de acceso: 26 de septiembre de 2006. 11 p.

- Kader A. y Arpaia M. Lu 2000. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Avocado. University of California . Documento en línea. Disponible en <http://www.Produce/ProduceFacts/fruit/avocado.html> Fecha de acceso: 14 de septiembre de 2006. 3p.
- Kruger, F.J., Claassens N.J.F., Kritzinger M., y Claassens V.E.. 1999. A short review of recent research on the impact of climatic conditions on the postharvest quality of South African export avocados. Revista Chapingo. Serie Horticultura 5 Núm. Especial: 339-345
- López Llorens, Juan. 1998. Aceptabilidad y calidad de fruto de palto (*Persea americana* Mill.) var. Hass respecto de su concentración de aceite y contenido de humedad en distintas localidades de Chile. Documento en línea. Disponible en [http://www.avocadosource.com/papers/Chile\\_Papers\\_A-Z/J-K-L/LopezJuan1998.pdf](http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/J-K-L/LopezJuan1998.pdf). Fecha de acceso: 22 de febrero de 2007. 60p.
- Mir Nazir; Wendorf, M; Pérez, R; Beaudry R. M. 1998. Chlorophyll Fluorescent in relation to superficial scald development in apple. Journal American Society Horticultura Science. 123(5):887-892.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas par la Agricultura y la Alimentación). Departamento Económico y Social. Dirección Estadística. Documento en línea, disponible en <http://www.fao.org/es/ess/top/topproduction.html?lang=es> . Consultado el 21 de febrero de 2007
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura). 2000. Manual para la producción de aguacate en la República Dominicana, 2000. Santo Domingo, D. O. 34 p.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura). 2005. Inventario de plantaciones de aguacate. Departamento de Desarrollo Frutícola. Subsecretaría de Estado de Producción Agrícola y Mercadeo. Santo Domingo. DO.
- Severino Jairo. 1995. Restricción al aguacate criollo dejará US\$3.1 millones pérdidas. Listín Diario. Jul 8: El Dinero. Edición Digital. Santo Domingo, D. O.
- Steel, R y J. Torrie. 1989. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Segunda Edición (Primera en Español). McGraw Hill. México. 622p.
- University of California. 2001. Avocado Information Site. Date/size Maturity Release. Disponible en <http://www.ucavo.ucr.edu>

## ANEXO II

### **INFLUENCIA DEL MANEJO Y CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill) CV. 'SEMIL 34' EN REPÚBLICA DOMINICANA**

María Cuevas

Investigadora. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).  
C/Rafael Augusto Sánchez No. 89, Ens. Evaristo Morales. Santo Domingo, República Dominicana. E. mail: [mcuevas@idiaf.org.do](mailto:mcuevas@idiaf.org.do)

#### **Resumen**

Las frutas son afectadas en su calidad por diferentes factores durante el proceso productivo. Entre ellos podemos citar, el manejo y las condiciones edafoclimáticas. En la República Dominicana el aguacate tiene un alto valor comercial y es el segundo fruto de exportación nacional. Además, el país ocupa el séptimo lugar en producción de aguacate a nivel mundial. A fin de determinar la influencia del manejo y condiciones edafoclimáticas de las zonas productoras, se investigó, cómo estos factores influyen en la calidad del rubro para el cultivar 'Semil 34'. Se seleccionaron las dos principales zonas productoras en el Norte y Sur del país, Moca y Cambita. Se eligieron al azar 27 fincas para tomar las muestras en ambas localidades. Se hicieron análisis de suelo y foliar, georeferenciación y encuestas a productores. Como variables de calidad del aguacate, se determinaron variables químicas, contenido de aceite y materia seca, fenológicas, de calidad de maduración y organolépticas. Se compararon los resultados de ambas localidades y se encontraron diferencias significativas en el contenido de aceite ( $P = 0.037$ ) y en las variables fenológicas ( $P < 0.0001$ ). No se encontraron diferencias en la calidad de maduración, ni en los resultados organolépticos. Estos aguacates son de buena calidad y cumplen con el parámetro mínimo aceptables de contenido de aceite, que debe ser mayor al 8%, según el estándar creado en California.

Palabras claves: Aceite, Materia seca, fenológicas, maduración, zonas

### **'SEMIL 34' AVOCADO (*Persea americana* Mill) FRUIT QUALITY AS AFFECTED BY AGRICULTURAL PRACTICES, SOIL AND WEATHER CONDITIONS IN THE DOMINICAN REPUBLIC**

María Cuevas

Investigadora. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).  
C/Rafael Augusto Sánchez No. 89, Ens. Evaristo Morales. Santo Domingo, República Dominicana. E. mail: [mcuevas@idiaf.org.do](mailto:mcuevas@idiaf.org.do)

#### **Abstract**

Several agricultural practices, soil and weather factors are said to affect avocado fruit quality during the growing period. In the Dominican Republic avocado has a significant economic importance being the second exporting fruit. In addition, this is the world seventh avocado producing country. A research was conducted to determine how these agricultural, soil and weather factors affect fruit quality of 'Semil 34' cv. avocado in two major producing areas. Fruit samples from 27 farms were randomly selected in each area. For each farm, soil and leaf samples were taken. Furthermore, global positioning and socioeconomic data were collected in

every farm. Oil and dry matter content of fruits were analyzed and compared between areas, as well as fruit appearance and organoleptic attributes. Results from each area were compared and significant differences were determined for oil content ( $p=0.037$ ) and fruit appearance ( $p<0.0001$ ). No significant differences were found for other variables. For both areas fruit quality is good and oil content is above the international market standards ( $>8\%$ ).

Key words: oil content, dry matter, fruit appearance, organoleptic attributes

## **MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS Y MOMENTO ÓPTIMO DE COSECHA DEL AGUACATE (*Persea americana* Mill.) 'SEMIL 34' EN REPÚBLICA DOMINICANA**

María Cuevas

Investigadora. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).  
C/Rafael Augusto Sánchez No. 89, Ens. Evaristo Morales. Santo Domingo, República  
Dominicana. E. mail: [mcuevas@idiaf.org.do](mailto:mcuevas@idiaf.org.do)

### **Resumen**

El aguacate dominicano de exportación, enfrenta problemas críticos por la heterogeneidad de la calidad, debido principalmente a la pre y poscosecha. Esta investigación se realizó con el fin de explorar un método no destructivo y de calidad de fruta para determinar momento óptimo de cosecha. Se condujeron experimentos independientes, en las dos principales zonas productoras del país. Se hicieron ocho cosechas semanales, en una finca comercial en cada localidad. La fluorescencia de la clorofila fue utilizada como método no destructivo y rápido para la determinación del índice de madurez de la fruta. Ésta se ha utilizado como indicador de la reacción de la fotosíntesis para comprobar la condición fisiológica en otros cultivos. El contenido de aceite y materia seca, fueron evaluados como variables de calidad. Análisis fenológicos, de calidad de maduración y de los atributos organolépticos de la fruta, fueron también usados como indicadores. No existe una correlación significativa ( $r = 0.02$  y  $P = 0.92$ ), entre la fluorescencia y el contenido de aceite, para establecer el momento óptimo de cosecha. Bajo las condiciones del estudio, basados en el contenido de aceite y materia seca, los momentos óptimos de cosecha fueron determinados como 24 semanas después de la floración para una zona y 26 semanas para la otra zona. Organolépticamente los frutos resultaron de buena calidad para ambas zonas estudiadas.

Palabras claves: fluorescencia, aceite, materia seca, calidad de fruta.

## **NON DESTRUCTIVE METHODS AND HARVESTING TIME OF 'SEMIL 34' AVOCADO (*Persea americana* Mill.) IN THE DOMINICAN REPUBLIC**

María Cuevas

Researcher. Dominican Agricultural and Forestry Research Institute (IDIAF). C/Rafael Augusto Sánchez No. 89, Ens. Evaristo Morales. Santo Domingo, República Dominicana. E. Mail: [mcuevas@idiaf.org.do](mailto:mcuevas@idiaf.org.do)

### **Abstract**

Dominican avocado exports face a serious quality heterogeneity problem due to inadequate pre and post harvest handling. A research was conducted to explore a non destructive method to determine the optimum harvesting time. Independent experiments were set on the two 'Semil 34' cv. main producing areas. Fruits were harvested for eight weeks in a commercial farm in each area. A chlorophyll fluorescence non destructive method was used to relate the primary processes of photosynthesis on fruit surface with its ripening condition. This method has been previously used as an indicator of *in vivo* photosynthetic reaction and environmental stress on various crop plants. Oil and dry matter content of fruits were evaluated as quality indicators. Fenologicals analysis, ripening quality and organoleptic fruit attributes were also used as quality indicators. There was no significant correlation ( $r=0.02$ ,  $p= 0.92$ ) between chlorophyll fluorescence and oil content to establish an optimum harvesting time. Based on fruit oil and dry

matter content, optimum harvesting times were determined as 24 weeks after inflorescence appearance for one region and 26 weeks for the other region. Organoleptic fruit quality was good for both areas.

Key words: fluorescence, oil, dry matter, fruit quality