

**INSTITUTO DOMINICANO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y
FORESTALES, IDIAF**

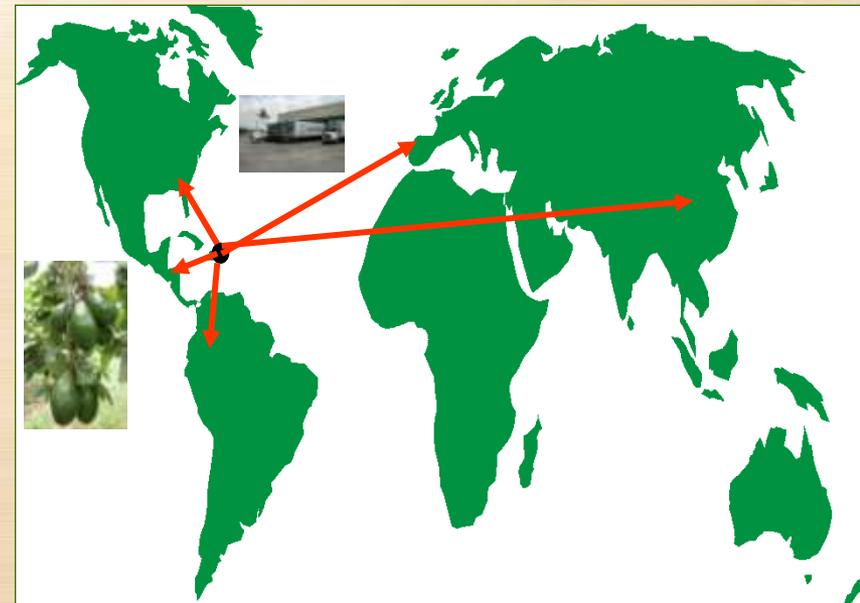


**MOMENTO ÓPTIMO DE COSECHA DEL
AGUACATE (*Persea americana* Mill.) 'SEMIL
34' EN REPÚBLICA DOMINICANA**

**María Cuevas Joaquín
mcuevas@idiaf.gov.do**

**VI Congreso de la SODIAF
24 – 26 octubre 2013**

- El aguacate es un cultivo de alto valor estratégico para el desarrollo agrícola del país
- Ocupa el segundo lugar en exportación nacional de frutos
- El 98% de las exportaciones se hace hacia a los mercados de los Estados Unidos, Puerto Rico.
- La ubicación geográfica del país representa una ventaja comparativa con relación a otros países productores
- Ocupa el séptimo lugar en producción de aguacate a nivel mundial



Número de productores	8,255
Superficie sembrada (ha)	22,072
Superficie en producción (ha)	14,124
Semil 34	63.24%
Hass	13.86%
Criollos (Antillanos)	8.65%
Choquete	5.73%
Otros	7.53%
Producción 2011(t)	295,080
Exportaciones 2011 (US\$)	23,936,000





- Los productores no cuentan con un método eficaz para determinar el momento óptimo de cosecha.
- En el país, la cosecha se realiza básicamente por la experiencia de los productores, quienes generalmente usan el color y el tamaño de la fruta como parámetros de madurez. Estos parámetros no son muy confiables (Cajuste *et al.* 1994).

- Amplia variabilidad en la calidad de la fruta, perjudicando de manera directa su valor comercial.
- EE. UU. no permite entrada del fruto antes del 17 de octubre



Objetivo General

Explorar la viabilidad del uso de métodos no destructivos para la determinación del momento óptimo de cosecha del aguacate 'Semil 34' en dos localidades Moca y Cambita.



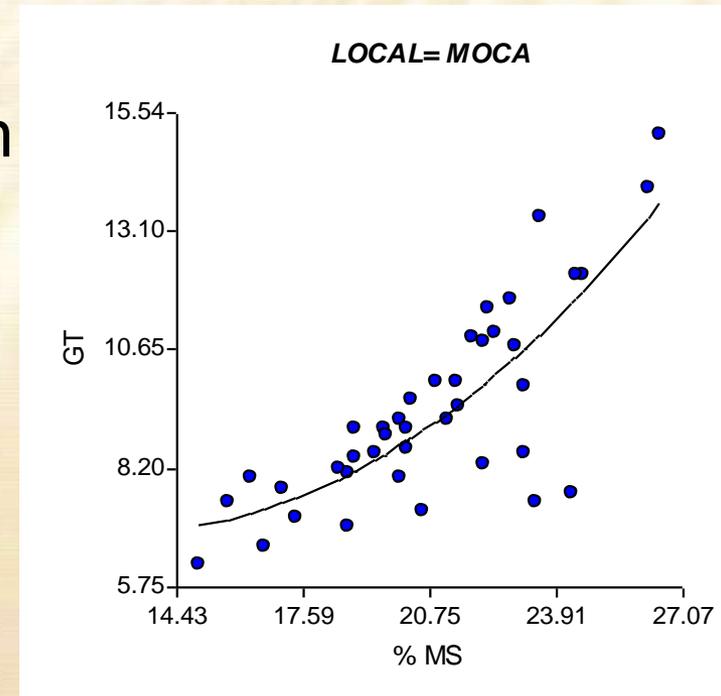
Objetivos Específicos



- Determinar la correlación existente entre fluorimetría y contenido de aceite del aguacate `Semil 34`.
- Validar la determinación de momento óptimo de cosecha del aguacate `Semil 34`, a través de indicadores de calidad.

MARCO TEÓRICO

- En el Estado de California, en la Ley 422 de 1925, se estandarizó el contenido mínimo de aceite para el peso fresco de la pulpa del aguacate en un 8% (Lee 1981) citado por López (1998) y Mortons (1987)
- Kader y Arpaia (2000) establecen que los requisitos de materia seca para un índice de madurez varían entre 19 y 25%, dependiendo de cultivar.
- Existe correlación entre materia seca y contenido de aceite (Cajuste *et al.* 2001, Dorantes *et al.* 2004)





- Determinar el momento de cosecha en base a los contenidos de materia seca y aceite, es muy laborioso y se requiere destruir gran cantidad de frutas para las pruebas.



- La fluorescencia de la clorofila es un método no destructivo y rápido para la determinación del índice de cosecha en muchos productos agrícolas.
- Ha sido usada en algunos cultivos como indicador del estado fisiológico de la superficie de las frutas (Mir *et al.* 1998).
- 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 obtiene el mínimo de la fluorescencia, que se denomina F_0 (Mir *et al.*, 1998)



- Si se aplica rápidamente un alto nivel de luz y, relativamente, se atrapa poca energía, se alcanza la máxima fluorescencia, llamada F_m .

- $F_o - F_m$ es la fluorescencia variable o F_v .
- F_v/F_m es una medida práctica del rendimiento cuántico del fotosistema II en órganos vegetativos y reproductivos de plantas (Mir *et al.* 1998).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

Selección de dos fincas



- **Variedad: `Semil 34`**

Representa el 63.24% de la superficie sembrada a nivel nacional

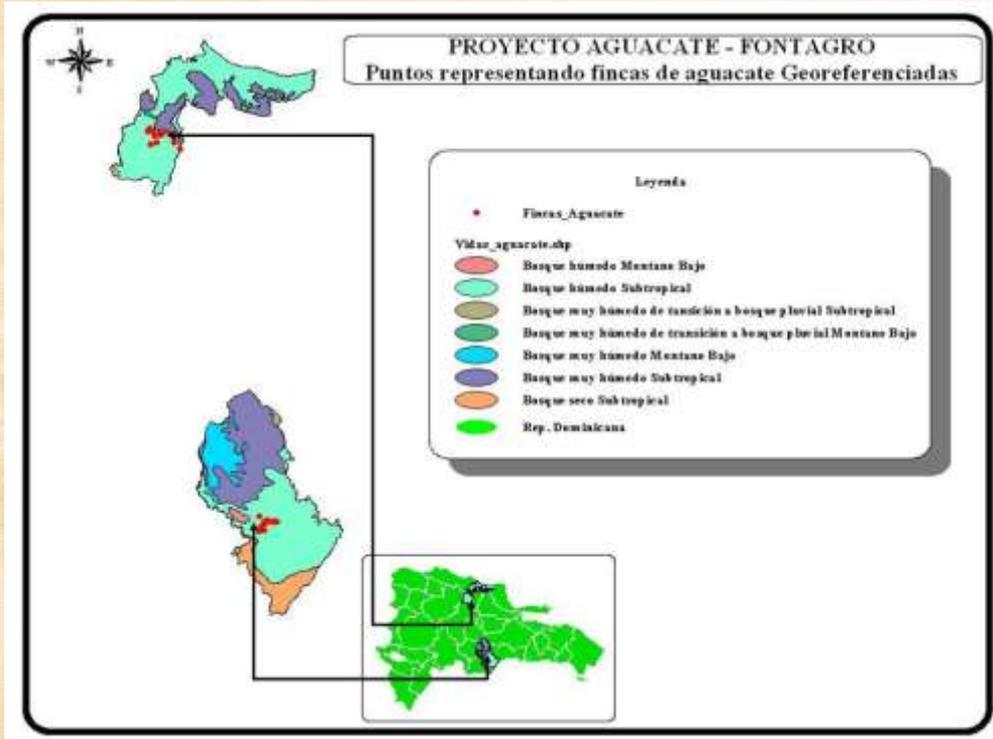
De las zonas seleccionadas:

- **Moca tiene el 21% de la superficie de `Semil 34`**
- **Cambita el 11.5%**



Los trabajos realizados en cada localidad se consideran independientes

Descripción de las fincas



- Zona de vida: bosque húmedo subtropical.
- Suelos son escabrosos de montaña.
- Pluviometría de 2,100 mm anuales
- Temperatura media anual:
 - 25.8°C en Moca y
 - 26°C en Cambita.

Características de las fincas

CARACTERÍSTICA	MOCA	CAMBITA
Superficie (ha)	2.63	1.25
Altitud (msnm)	335	295
Edad (años)	5	4
Tipo de suelo	Básicos, arcillo limoso en terreno de ladera	Básicos, calcáreos en terreno de ladera
Marco de plantación	6 x 7	6 x 6
Variedades de aguacate sembradas	80% Semil´34, 10% Choquete y 10% Pola	80% Semil´34, el resto Pollock y Popenoe
Podas	1	2

- No utilizan riego.

Investigación exploratoria, en un diseño no experimental longitudinal correlativo

Variables:

Fluorometría: eficiencia fotoquímica = F_v/F_m

Climáticas: temperatura, pluviometría, altitud

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

Manejo de la plantación

Variables:

Atributos de calidad:

Físico – químicos: % grasa, % materia seca, peso, longitud, diámetro

Calidad de maduración: días de maduración, desprendimiento de la cáscara y la semilla, uniformidad de la maduración

Organolépticos: sabor, textura, color de la pulpa, herbal, contenido de fibras

En cada finca se seleccionó una parcela de 629 m², donde se marcaron 10 árboles y 130 frutos al iniciar la cosecha.

Se hicieron ocho semanas de cosecha, recolectándose 13 frutos con calidad de exportación cada vez, a partir de la semana 22 después de la floración.





Cinco frutos destruidos al momento de cosecha para medir fluorimetría y características físico químicas.



Ocho frutos almacenados a temperatura ambiente (25 a 27°C), para análisis de calidad de maduración y organoléptica con panel sensorial no entrenado

Se hizo análisis de suelo, foliar y georeferenciación.

- Se hizo un análisis de correlación de Spearman debido al no cumplimiento de supuestos de las variables:
 - Fluorescencia con contenido de aceite.
 - Las variables químicas analizadas.
- Ajuste de modelos de regresión para variables cuantitativas
- Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para las variables que no cumplieron supuestos del ANOVA o para variables cualitativas.
- Se utilizó el programa de análisis estadístico InfoStat.

Resultados y Discusión

Moca

Correlación de Spearman para eficiencia fotoquímica (Fv/Fm) y % total de aceite (GT) en Moca

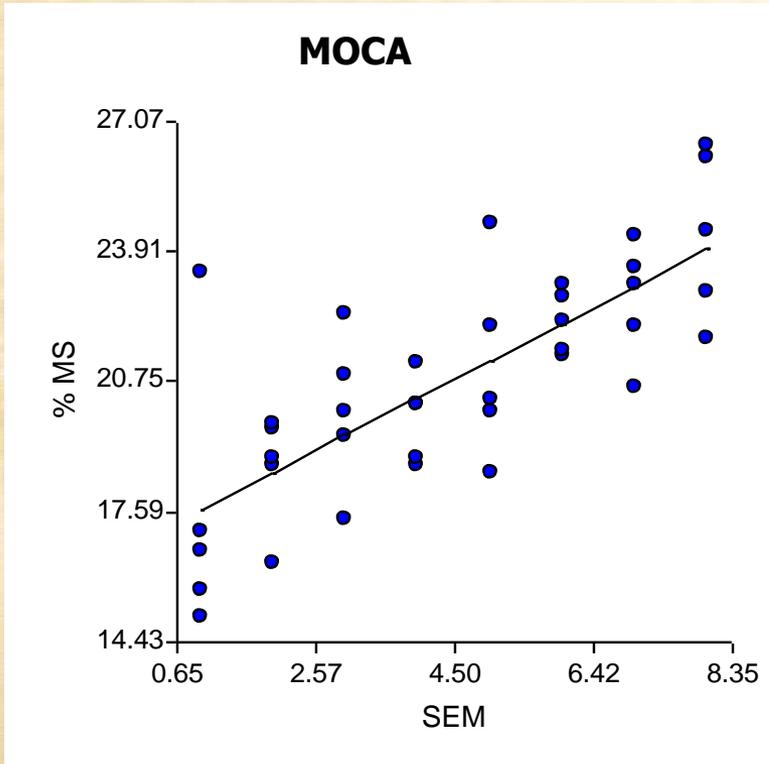
$$r = 0.02$$

$$P = 0.92$$



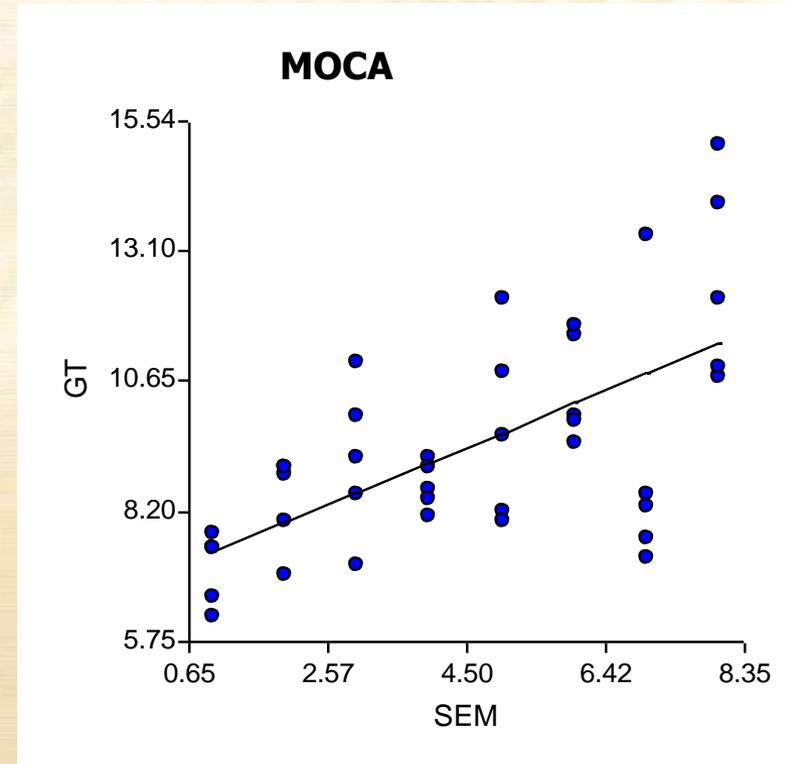
ATRIBUTOS DE CALIDAD...

Regresión del contenido de materia seca en aguacates cosechados en 8 semanas Moca



$$r^2 = 0.59 \quad P < 0.0001$$
$$\%MS = 16.64 + 0.9 \text{ sem}$$

Regresión del contenido de grasa en aguacates cosechados en 8 semanas en Moca



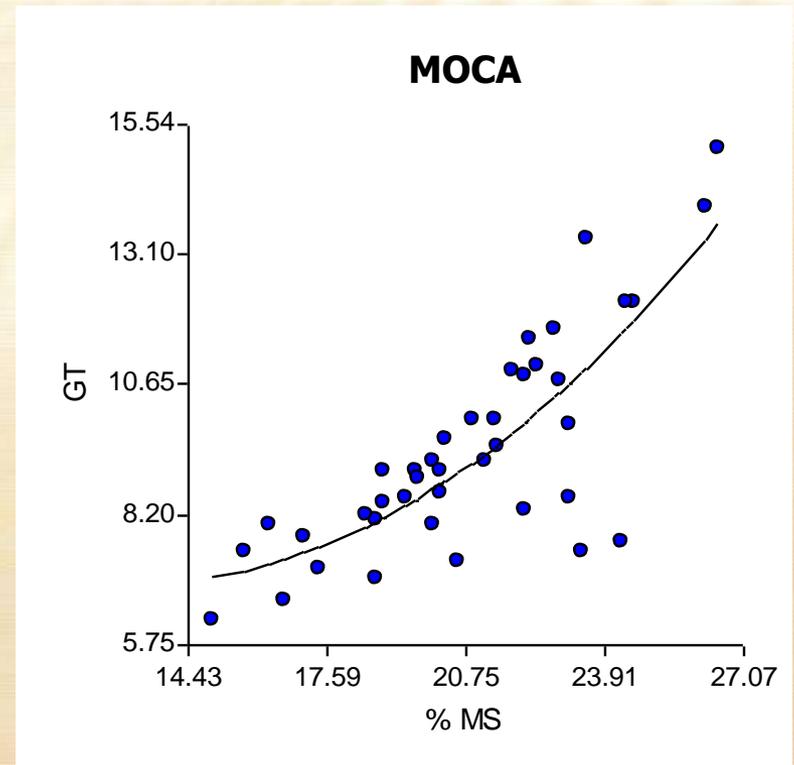
$$r^2 = 0.57 \quad P < 0.0001$$
$$GT = 6.91 + 0.56 \text{ sem}$$

Correlación de Spearman para el % total de aceite y el contenido de materia seca

$r = 0.72$

$P = 0.0001$

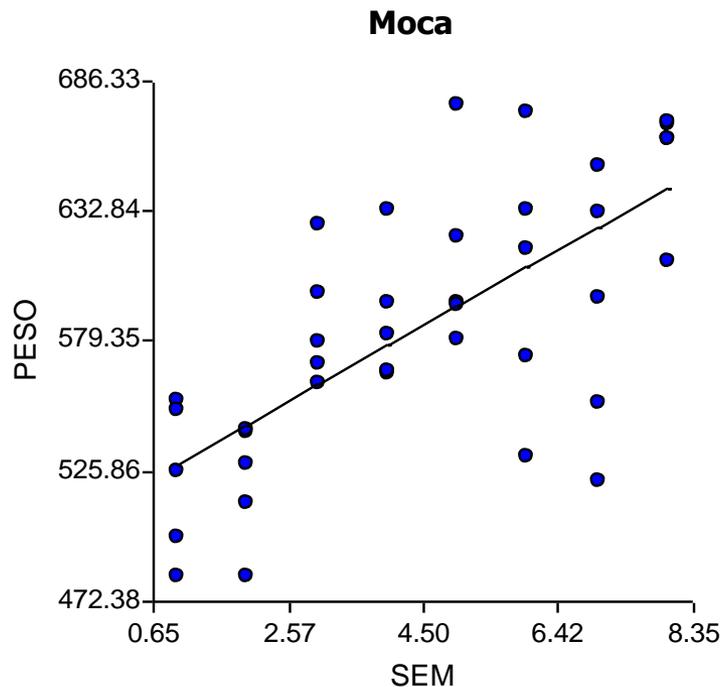
Regresión del contenido de aceite con respecto al contenido de materia seca del aguacate en Moca



$R^2 = 0.61$ $P < 0.0001$

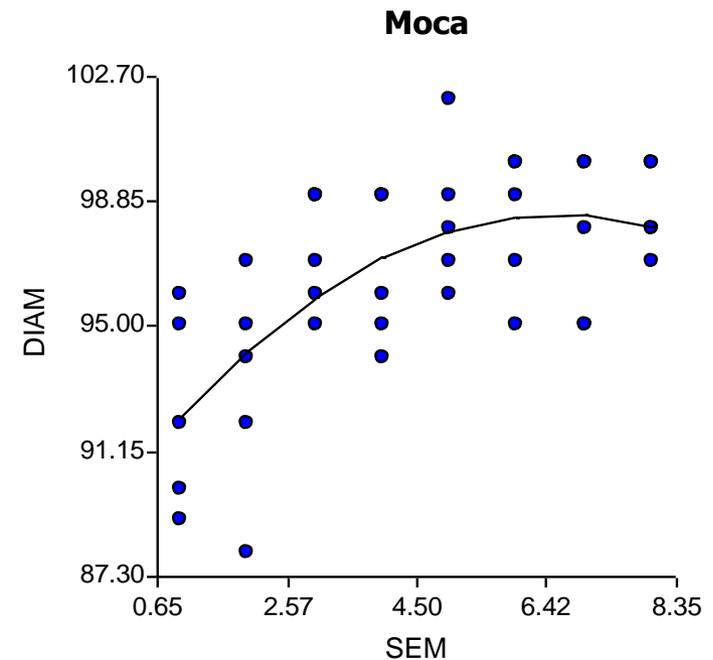
$\%GT = 13.8 - 1.03\%MS + 0.04\%MS^2$

Regresión de la variación del peso del aguacate `Semil 34` al momento de cosecha en Moca



$r^2 = 0.46$ $P < 0.0001$
 $\text{Peso} = 512.84 + 16.1\text{sem}$

Regresión de la variación del diámetro del aguacate `Semil 34` al momento de cosecha en Moca



$r^2 = 0.36$ $P < 0.0001$
 $\text{DIAM} = 89.78 - 0.2\text{sem} + 2.63\text{sem}^2$

Probabilidades de la calidad de maduración del aguacate 'Semil 34' durante 8 semanas de cosecha en Moca.

DESCRIPTOR	UNIFORMIDAD DE MADURACIÓN	DESPRENDIMIENTO DE CÁSCARA	CÁSCARA DE SEMILLA ADHERIDA A LA PULPA	ESTADO DE LA PULPA	ESTADO DE LA FRUTA
P > 0.05*	0.3757	0.1953	0.2139	0.0640	0.4676

* Análisis no paramétrico por Kruskal-Wallis.

Al 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 ningún caso se observó pulpa oscura al madurar



Medias de las características organolépticas que resultaron con diferencias significativas en la Moca¹

DESCRIPTOR/Semana de cosecha	Aroma	Sabor	Textura	Hierba
Semana 1	5.94	5.50	6.67	5.22
Semana 2	6.83	6.95	6.65	6.82
Semana 3	7.10	7.15	7.37	6.82
Semana 4	7.78	7.26	7.39	7.18
Semana 5	6.46	6.38	6.23	6.45
Semana 6	7.50	8.00	7.64	7.43
Semana 7	7.08	7.58	7.15	7.36
Semana 8	6.89	6.78	7.11	7.00
P* =	0.0001	0.0001	0.0083	0.0003

¹ En escala de 1 a 10, siendo 10 la mayor valoración; * Análisis no paramétrico por Kruskal-Wallis.

Color ($P > 0.1495$), apariencia ($P > 0.1327$) y preferencia ($P > 0.0909$) no difieren significativamente con el tiempo de cosecha.

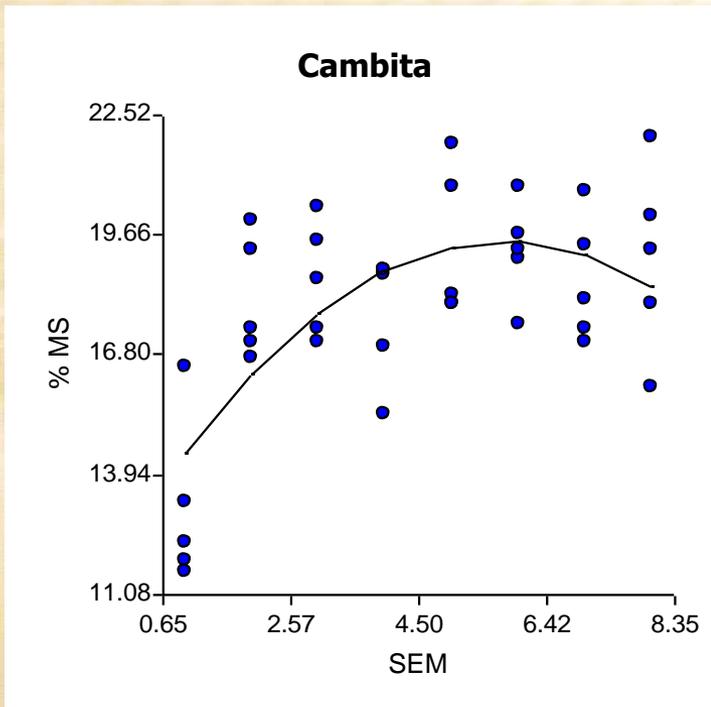
Resultados y Discusión Cambita

Correlación de Spearman para eficiencia fotoquímica (Fv/Fm) y % total de aceite (GT) en la Cambita

$$r = -0.14$$

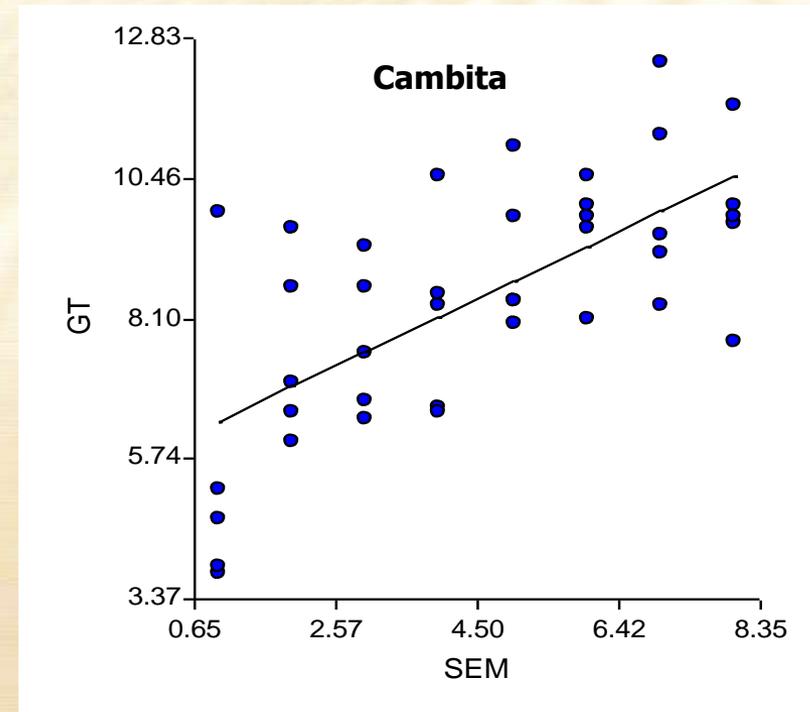
$$P = 0.37$$

Regresión de la materia seca (%MS)
en aguacates `Semil 34` cosechados
en 8 semanas en Cambita



$r^2 = 0.62$ $P < 0.0001$
 $\%MS = 12.12 - 0.22 \text{ sem}^2 + 2.55 \text{ sem}$

Regresión de la grasa en aguacates
`Semil 34` cosechados en 8 semanas
en Cambita



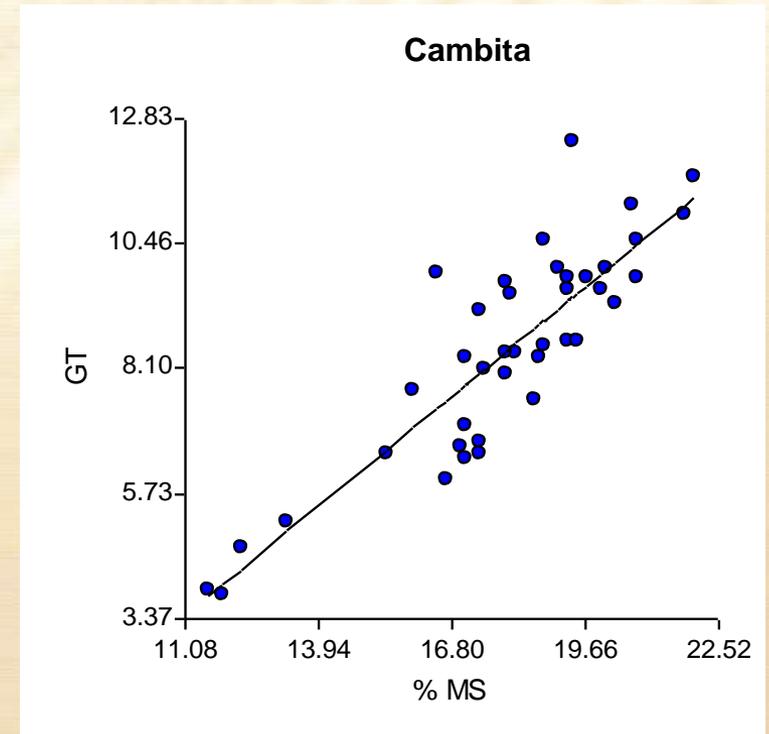
$r^2 = 0.51$ $P < 0.0001$
 $GT = 5.77 + 0.54 \text{ sem}$

Correlación de Spearman para el % total de aceite (GT) y el contenido de materia seca (MS) en Cambita

$r = 0.83$

$P = 0.0001$

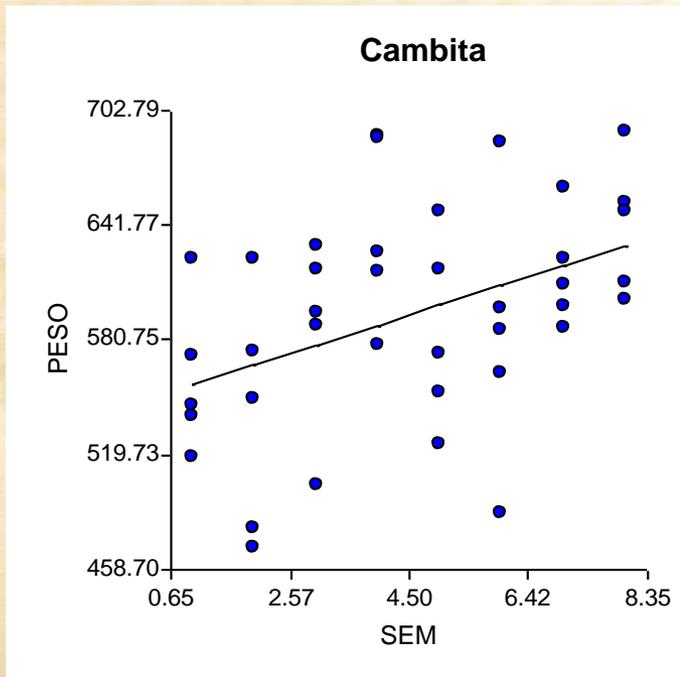
Regresión del contenido de aceite y de materia seca del aguacate `Semil 34` en la localidad de Cambita.



$r^2 = 0.75$ $P < 0.0001$

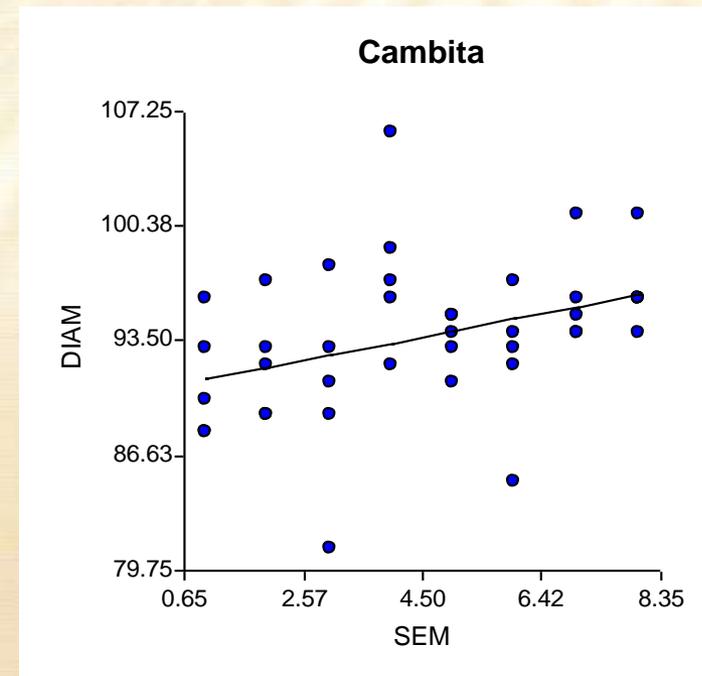
$\%GT = -4.6 + 0.72\%MS$

Regresión de la variación del peso del aguacate `Semil 34` al momento de cosecha Cambita



$r^2 = 0.36$ $P = 0.0056$
 $PESO = 546.32 + 10.59 \text{ sem}$

Regresión de la variación del diámetro del aguacate `Semil 34` al momento de cosecha en Cambita



$r^2 = 0.35$ $P = 0.0183$
 $DIAM = 90.50 + 0.72 \text{ sem}$

Probabilidades de la calidad de maduración del aguacate 'Semil 34' durante 8 semanas de cosecha en Cambita.

DESCRIPTOR	UNIFORMIDAD DE MADURACIÓN	DESPRENDIMIENTO DE CASCARA	CÁSCARA DE SEMILLA ADHERIDA A LA PULPA	ESTADO DE LA PULPA	ESTADO DE LA FRUTA
P > 0.05*	0.2680	0.4596	0.2964	0.0494	0.1055

* Análisis no paramétrico por Kruskal-Wallis.



- **Buen desprendimiento de la cáscara.**
- **El desprendimiento de la cáscara entre la semilla y la pulpa resultó fácil en la mayoría de las muestras.**
- **El estado de la pulpa fue calificado entre muy bueno a excelente.**
- **El estado de la fruta fue bueno.**
- **Se encontró un contenido suave de fibras visibles en los frutos al madurar en el 38% de las 75 muestras analizadas. Esta característica se encontró básicamente a partir de la semana 4 de cosecha.**



Medias de las características organolépticas que resultaron con diferencias significativas en Cambita¹

DESCRIPTOR/Semana de cosecha	Textura	Apariencia
Semana 1	7.00	7.20
Semana 2	7.53	7.94
Semana 3	7.31	7.18
Semana 4	7.90	7.45
Semana 5	6.94	7.22
Semana 6	7.21	7.42
Semana 7	6.94	7.33
Semana 8	7.88	7.75
P* =	0.0055	0.0427

¹ En escala de 1 a 10, siendo 10 la mayor valoración; * Análisis no paramétrico por Kruskal-Wallis.

- **Color ($P = 0.3886$), aroma ($P = 0.3215$), sabor ($P = 0.8544$), sabor hierba ($P = 0.2160$) y preferencia ($P = 0.2462$), no mostraron diferencias significativas. La calificación fue buena.**
- **La textura en las primeras semanas tuvo problema de gomosidad de la pulpa, que no permitió sentirla con la cremosidad y suavidad característica.**
- **La apariencia tuvo diferencias por el contenido de fibras visibles encontradas las últimas semanas de recolección.**

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES...

- **La fluorescencia en aguacates verdes no fue adecuada como método no destructivo para la determinación de momento óptimo de cosecha en esta investigación.**
- **En Moca, y tomando como base la correlación del contenido de aceite y de materia seca, los aguacates de `Semil 34´ 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 Cambita, lo alcanzaron a partir de la semana cinco ($\%GT = 9.12$ y $\%MS = 19.3$). Este momento equivale a la semana 26 después de la floración. En ese momento, las características de calidad son de aceptación en el mercado de exportación y se complementan con la calidad de la maduración y organoléptica.**
- **Se comprobó, como opinan otros autores, que las características fenotípicas no son un indicador confiable para la determinación de momento de cosecha.**



- **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, para todas las variables regresionadas.**
- **Conviene estudiar al menos tres períodos consecutivos de cosecha e incluir otras variedades con la finalidad de concluir sobre el índice de cosecha, tomando como base los atributos de calidad de la fruta.**

Financiador:

Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).

Consortio formado entre:

Centro de Estudios Postcosecha (CEPOC) de la Universidad de Chile, representada por el Dr. Profesor Luis Luchsinger, y el IDIAF.

Organizaciones beneficiarias y colaboradoras:

Moca: Cooperativa de Producción y Mercadeo (COOPAPROMER).

Cambita: Asociación de Productores de Aguacate El Pueblecito y Asociación de Productores de Aguacate Madre de los Pobres.

Cadena productiva de aguacate (Cluster, asociaciones y productores individuales).

Colaboradores:

- Daysi Martich en los trabajos de campo y manejo agronómico.
- Melvin Mejía e Ignacio Batista, Georeferenciación.
- Ramón Arbona y Ángel Pimentel, análisis estadísticos.
- Juan Ml. Jiménez, Melvin Mejía, Ilvy Mejía, Ana Dilia Rojas, Nelson E. Pérez, Josefina Vólquez y Oniris Batista, análisis de laboratorio.
- José Cepeda: Interpretación análisis de suelos.
- Integrantes del panel sensorial: Rebeca Morrobel, Salomón Sosa, Ramón Celado, Roberto Lama, Jeovanny Medina, Anderson Ruiz y Jesús Rodríguez.



MUCHAS GRACIAS