

**Fisiología poscosecha, propagación sexual y  
asexual del achachairú (*Rheedia lateriflora* L.).**

Marcelo Castedo Pereyra

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

**EL ZAMORANO**  
Departamento de Horticultura  
Diciembre, 1999

#1008

# **Fisiología poscosecha, propagación sexual y asexual del achachairú (*Rheedia lateriflora* L.).**

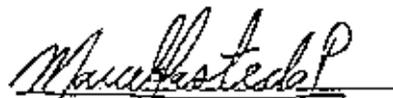
Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura.

presentado por

**Marcelo Castedo Pereyra**

**El Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 1999

El autor concede a El Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

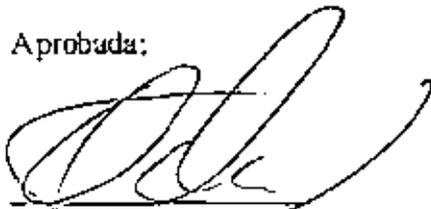
  
Marcelo Castedo Pereyra

El Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

# Fisiología poscosecha, propagación sexual y asexual del achachairú (*Rheedia lateriflora* L.).

presentado por:  
Marcelo Castedo Pereyra

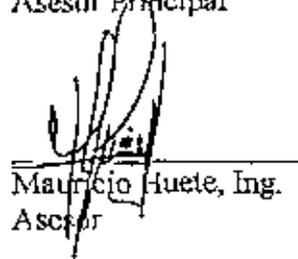
Aprobada:



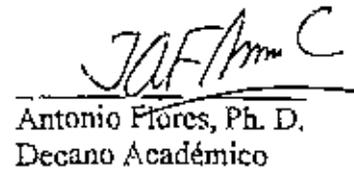
Odilo Duarte, Ph. D.  
Asesor Principal



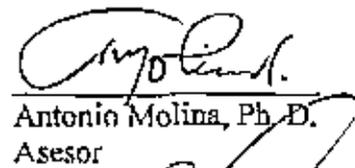
Odilo Duarte, Ph. D.  
Jefe de Departamento



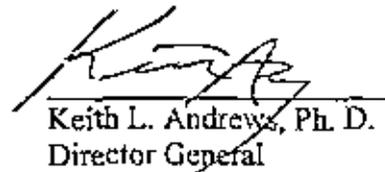
Mauricio Huete, Ing.  
Asesor



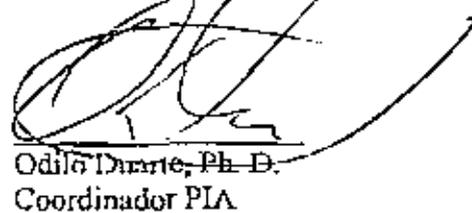
Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico



Antonio Molina, Ph. D.  
Asesor



Keith L. Andrews, Ph. D.  
Director General



Odilo Duarte, Ph. D.  
Coordinador PLA

## DEDICATORIA

A Dios y a mis padres.

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia por la oportunidad y apoyo brindado, sin ustedes no hubiera sido posible.

Al doctor Odilo Duarte por ser más que un asesor gracias por su sincera amistad y consejos oportunos y precisos.

A mis asesores por sus enseñanzas para la vida, interés y dedicación.

Al doctor Guy Self de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola por el invaluable aporte a este estudio.

A la Cambonia por su apoyo y amistad, en especial a Dante Egüez, Jaime Medina y Faisal Aramayo.

A la hermosa familia Paz, por los buenos momentos que me hicieron pasar y su sincera amistad.

Al doctor Raúl Espinal por su ayuda incondicional, mil gracias.

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la realización de este trabajo.

## RESUMEN

Castedo Pereyra, Marcelo 1999. Fisiología poscosecha, propagación sexual y asexual del achachairú (*Rheedia lateriflora* L.). Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras., Escuela Agrícola Panamericana.

El achachairú es una fruta de corta vida poscosecha y de difícil propagación vegetativa como la mayoría de las Gutíferas. Se estudió la fisiología poscosecha y el almacenaje de fruta madura, usando el cobertor "Nu Coat Flo" diluido 1 en 50 partes de agua o la película de P.V.C "Network" a 6°C, 12°C y al medio ambiente. También se estudió la propagación asexual por acodos aéreos y estacas terminales con hojas. Igualmente se analizaron aspectos de propagación sexual, como el efecto del ácido giberélico (A.G.) a 0, 10, 100, 1,000 y 10,000 ppm, el efecto del almacenaje de los frutos a 6°C, 12°C y a temperatura ambiente sobre la germinación y el efecto de la radiación solar directa sobre la germinación. Se encontró que la fruta no es climatérica y que la mejor manera de prolongarle la vida es empacándola con película de P.V.C. a 12°C lo que permitió almacenarla 3 - 4 semanas, mientras que a 6°C se produjeron daños por frío. Durante el periodo del estudio el achachairú no pudo propagarse por acodo aéreo ni por estacas terminales con hojas, aun con ácido indolbutírico. El ácido giberélico no aceleró la germinación, pero las semillas evaluadas germinaron en un periodo de solamente 2 meses. La exposición de la fruta a 6°C mató el embrión, no así a 12°C. Un efecto similar tuvo la radiación solar directa sobre la semilla. La eliminación de los restos de pulpa después de consumida la fruta, no afectó la germinación.

Palabras claves: Acodos, almacenamiento, estacas, hormonas, porcentaje de germinación.

## NOTA DE PRENSA

### EL ACHACHAIRÚ, UNA FRUTA MÁS DE EXPORTACIÓN !

Con los resultados obtenidos en un ensayo, ésta fruta natural del departamento de Santa Cruz en Bolivia, ya es competitiva a nivel internacional, pues se ha logrado alargarle la vida un mes, con lo que ya puede llegar a los más distantes y exigentes mercados. El achachairú está tomando gran auge en la fruticultura cruceña para consumo local, nacional y la exportación, debido a su agradable sabor y alta demanda. Sin embargo, los consumidores demandan a su vez altos estándares de calidad, exigiendo una fruta completamente madura, limpia, libre de daño y altamente estética. Uno de los principales problemas de esta fruta es que es muy perecedera, dando muy poco tiempo para su comercialización, debido a ello las exportaciones, poco significativas hasta el momento, se realizan vía aérea a un costo muy elevado.

La lucha contra las pérdidas poscosecha sigue siendo un dolor de cabeza para los expertos en fisiología poscosecha, quienes buscan alternativas de combate que a su vez sean rentables para los exportadores. Con ese objetivo trazado se realizó un ensayo entre enero y febrero de 1999, donde se comparó una envoltura de P.V.C. o un cobertor a base de un éster de sacarosa llamado "Nu Coat Flo" en tres temperaturas: ambiente, 12 °C y 6 °C. El estudio determinó que con P.V.C y 12 °C se prolongó la vida del producto por cuatro semanas, no así a 6 °C pues se produjo daño por frío. Los investigadores recomiendan enfocar en mejorar los resultados encontrados, usando el P.V.C y el cobertor a la vez para ver si así se mantienen mejor aún las características del achachairú después de cosechado.

## CONTENIDO

Portadilla.....	ii
Derechos de autor.....	iii
Páginas de firmas.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de cuadros.....	xii
<b>1. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1 EL ACHACHAIRU.....	2
2.1.1 Ecología y distribución.....	2
2.1.2 Origen y descripción botánica.....	2
2.1.3 Diversidad Genética.....	3
2.2 FISILOGIA POSCOSECHA.....	5
2.2.1 Factores que más afectan la vida poscosecha.....	5
2.2.1.1 La maduración.....	5
2.2.1.2 Calor vital.....	5
2.2.1.3 Transpiración.....	6
2.2.1.4 Preenfriado.....	6
2.2.1.5 Calidad de los productos.....	6
2.2.2 Factores que retrasan el deterioro de la fruta.....	7
2.2.2.2 Reducción de la pérdida de agua.....	7
2.2.3 Formas de reducir el deterioro poscosecha.....	7
2.2.3.1 Refrigeración.....	7
2.2.3.2 Humedad relativa alta.....	8
2.2.3.3 Atmósfera modificada y controlada.....	8
2.2.3.4 Uso de ceras, cobertores y películas plásticas.....	9
2.2.4 Poscosecha de achachairú.....	10
2.3 PROPAGACION SEXUAL.....	10
2.3.1 Germinación.....	11
2.3.2 Apomixis.....	10
2.3.3 Poliembriónia.....	11
2.3.4 Letargo.....	11
2.3.5 Inducción de la germinación en semillas no exigentes de frío.....	12

2.3.6	Germinación del achachairú.....	12
2.4	PROPAGACION ASEXUAL.....	13
2.4.1	Acodos.....	13
2.4.1.1	Acodado aéreo.....	14
2.4.2	Estacas.....	14
2.4.2.1	Reguladores de crecimiento.....	14
2.4.2.2	Aplicación de fungicidas.....	15
2.4.2.3	Lesionado.....	15
2.4.2.4	Estacas de madera semidura.....	15
2.4.3	Propagación asexual en achachairú.....	16
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1	FISIOLOGIA POSCOSECHA.....	17
3.2	CONSERVACION DE LA FRUTA.....	17
3.3	PROPAGACION SEXUAL.....	18
3.3.1	Estimulación de la germinación.....	18
3.4	PROPAGACION ASEXUAL.....	19
3.4.1	Acodo aéreo.....	19
3.4.2	Estacas terminales con hojas.....	19
3.5	ANALISIS ESTADISTICO.....	20
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>21</b>
4.1	FISIOLOGIA POSCOSECHA.....	21
4.2	PRUEBA DE CONSERVACION DE FRUTOS.....	22
4.2.1	Primer ensayo.....	22
4.2.2	Segundo ensayo.....	25
4.3	PROPAGACION SEXUAL.....	28
4.3.1	Efecto del ácido giberélico en la germinación.....	28
4.3.2	Efecto de la temperatura de almacenamiento del fruto en la germinación.....	30
4.3.3	Efecto del ácido giberélico en el alargamiento de los entrenudos.....	30
4.4	PROPAGACION ASEXUAL.....	32
4.4.1	Acodos aéreos.....	32
4.4.2	Estacas terminales con hojas.....	32
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
5.1	FISIOLOGIA POSCOSECHA.....	33
5.2	CONSERVACION DE LA FRUTA.....	33
5.3	PROPAGACION SEXUAL.....	34
5.3.1	Efecto del ácido giberélico en la velocidad de germinación.....	34
5.3.2	Efecto de la temperatura de almacenamiento del fruto en la germinación.....	34
5.3.3	Efecto del ácido giberélico en el alargamiento de los entrenudos.....	34
5.4	PROPAGACION ASEXUAL.....	34
5.4.1	Acodos aéreos.....	34
5.4.2	Estacas terminales con hojas.....	35
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>36</b>

## INDICE DE CUADROS

1. Pérdida de peso semanal y escala de conservación (E.C) en el primer ensayo de almacenamiento de achachairú usando nueve tratamientos comerciales, El Zamorano – Honduras 1999.....	23
2. Resultados organolépticos del primer ensayo de almacenamiento de achachairú, El Zamorano – Honduras 1999.....	24
3. Pérdida de peso semanal y escala de conservación (E.C) en el segundo ensayo de almacenamiento de achachairú usando nueve tratamientos comerciales, El Zamorano – Honduras 1999.....	26
4. Resultados organolépticos del segundo ensayo de almacenamiento de achachairú, El Zamorano – Honduras.....	27
5. Efecto del ácido giberélico en la germinación y alargamiento de los entrenudos del achachairú, El Zamorano – Honduras.....	29
6. Efecto de la temperatura de almacenamiento de los frutos en la germinación de la semilla de achachairú, El Zamorano – Honduras 1999.....	31

## 1. INTRODUCCION

Debido al agradable sabor del achachairú (*Rheedia lateriflora* L.), su demanda está subiendo en forma acelerada tanto a nivel nacional como internacional, pero como en casi toda Latinoamérica se dedica muy poco o nada del presupuesto nacional a la investigación, se conoce muy poco del comportamiento poscosecha de dicha fruta y de su propagación eficiente.

Es muy probable que en un futuro cercano se comenzará a exportar cantidades significativas de esta fruta y para poder satisfacer los exigentes mercados internacionales es importante conocer la forma de alargarle la vida al producto para que este llegue en las mejores condiciones, sea bien aceptado en los mercados y no se produzcan mermas considerables. La importancia de conocer la fisiología poscosecha de una fruta reside en saber si es climatérica o no, para determinar el momento de cosecha y que tratamientos son los más adecuados para prolongarle la vida útil, sin que pierda sus características más destacadas.

Igualmente, es poco lo que se conoce sobre la propagación sexual y asexual de este frutal, la conservación de sus semillas y la estimulación de la germinación.

Estos estudios son un paso importante para la fruticultura cruceña en especial, ya que es la pionera en la exportación y cultivo de dicho frutal y, como es sabido, la falta de conocimientos y estudios de este tipo son una limitante para hacer de este fruto y muchos otros productos más rentables en el mercado local y externo.

El objetivo general de este estudio fue evaluar la conservación de la fruta, utilizando diferentes tratamientos comerciales

Los objetivos específicos de este trabajo fueron:

- Evaluar la conservación y calidad de la fruta a través de cinco semanas.
- Evaluar el efecto de cinco niveles de ácido giberélico sobre la velocidad y uniformidad de la germinación.
- Evaluar el efecto del ácido giberélico sobre la altura de las plantas.
- Medir el efecto de la temperatura de almacenamiento de los frutos sobre la emergencia de la semilla.

Además, como una evaluación exploratoria, en propagación asexual se probaron acodos aéreos y estacas. En ambos métodos fueron incluidos tratamientos de ácido indolbutírico para probar si este tenía algún efecto en mejorar el enraizamiento.

En relación a este estudio, en la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola se realizó un estudio con el objeto de conocer si la fruta era climatérica. Los resultados de dicha evaluación se incluyen en este trabajo.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 El ACHACHAIRU

Según Villagómez (1990) Achachairú (*Rheedia* sp.) es la denominación más usada en el departamento de Santa Cruz y en el oriente boliviano en general, para designar a varias especies (y tal vez variedades) del género *Rheedia* existentes (bajo cultivo, semicultivo y/o silvestres) en la región, cuya característica principal es la de poseer frutos (bayas) amarillos, lisos, que contienen una pulpa mucilagínosa, blanca y de grato sabor agrídulce.

#### 2.1.1 Ecología y distribución

El achachairú crece hasta una altitud de 600 msnm, en suelos oxisoles y ultisoles profundos, bien drenados y pobres del bosque alto, aunque prefiere suelos ricos en nutrientes. Vásquez y Coimbra (1996) concuerdan con Villagómez (1990) que esta especie prefiere vivir bajo la sombra de otros árboles ya que es un componente del estrato bajo del bosque amazónico durante su etapa juvenil, pudiendo formar parte del estrato alto cuando maduro. Al parecer prospera en todos los regímenes climáticos amazónicos.

#### 2.1.2 Origen y descripción botánica

El achachairú es encontrado en forma natural en todo el oriente boliviano, donde se han diferenciado un número considerable de especies, sobresaliendo el achachairú común, por presentar mejor apariencia y mayor calidad de fruto con relación a las otras especies oriundas de América Central, América del Sur y Madagascar (CIAT, 1995).

“Arbol andromonóico de 7 – 12 m de alto, copa piramidal. Tallo de 30 – 40 cm de diámetro, vertical, con resina blanco – amarillenta; ramas aspadas,; corteza de color café oscuro. Hojas opuestas de 20 – 25 cm de largo y 5 – 6 cm de ancho, coriáceas; pecíolo 1 – 1.5 cm de largo; lámina entera, oblonga, ápice agudo o acuminado; nervadura central notoria; nervaduras laterales paralelas, poco visibles. Flores femeninas en fascículos de dos a cinco flores con pedicelos de 1.5 – 2 cm; flores masculinas con pedicelos de 4 cm de largo. Sépalos 2, pétalos 4; estambres numerosos; flores hermafroditas presentes en menor cantidad. Fruto ovoideo 3.5 – 4.5 cm de diámetro; cáscara coriácea, lisa, anaranjada-rojiza.

Semillas 1 – 2, ovoideas, 3 cm de largo, 2 cm de ancho, envueltas en una pulpa blanca, de sabor acidulado, muy agradable al gusto" (Vásquez y Coimbra, 1996).

### 2.1.3 Diversidad Genética

Según CIAT (1995), el género *Rheedia* presenta especies con flores hermafroditas y masculinas, en proporciones variables de acuerdo a la especie, encontrándose que 11 de 12 tipos de achachairú presentaron plantas andromonóicas, habiendo un tipo que sólo presenta flores masculinas, no se pudo determinar cual era puesto que no formaba frutos y por ende faltaban características para determinar a que especie y tipo pertenecía.

"El achachairú forma parte de la familia Guttiferae L., orden Guttiferales, de la que constituye el género *Rheedia*. El achachairú común es una planta andromonóica (flores hermafroditas y masculinas en la misma planta), encontrándose las flores hermafroditas en mayor proporción que las masculinas una relación de 200 a 1". "A pesar de que publicaciones bolivianas señalen que el achachairú común denominado simplemente "Achachairú" corresponde a la especie *Rheedia laterifolia* L., por las pocas descripciones existentes, no se puede asegurar que la misma corresponda a dicha especie" (Kempff (1980), Peña (1976) y Coimbra (1992); citada por CIAT, 1995).

Según Killeen *et al.* (1993) el género *Rheedia* tiene cerca de 30 especies distribuidas en Centro América, Sur América y Madagascar; algunos taxónomos incluyen al género *Rheedia* como parte de *Garcinia*. "*Rheedia lateriflora* L., Sp. Pl. 1193. 1753. Basado en *Varrheedia* Plumier, Nov. Pl. 45. 1703, no *Garcinia lateriflora* Blume (1825)" (Davidse *et al.*, 1980).

Debido a las características de la planta con que se trabajó, de que el pedúnculo de la flor sale de fascículos en el tallo y no de la inserción de la hoja, se cree que pertenece a la especie *Rheedia lateriflora* L. y no a *Rheedia laterifolia*, como lo sería si el pedúnculo se originara en la axila del peciolo de la hoja con el tallo.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Antonio Molina. 1999. Nombre científico del achachairú común. Herbario Paul Standley, Escuela Agrícola Panamericana. (Comunicación personal)

Guttiferae	Rheedia	{	<i>Rheedia achachairu</i> Rusby	Achachairú pequeño
			<i>Rheedia acuminata</i> Miers.	Ocoró
			<i>Rheedia brustliensis</i> (Martius) Planchon & Triana	Achachairú mediano
			<i>Rheedia gardneriana</i> Miers.	
			<i>Rheedia lateriflora</i> L.	Achachairú común
			<i>Rheedia macrophylla</i> (C. Martius) Planchon & Triana	achachairú grande
			<i>Rheedia madruno</i> Planchon & Triana	Achachairú del Beni
			<i>Rheedia rogaguensis</i> Rusby	Achachairú chico
		<i>Rheedia spruceana</i> Engler		
	Garcinia	{	<i>Garcinia mangostana</i> L.	Mangostín
Mammea	{	<i>Mammea americana</i> L.	Mamey	
Platonia	{	<i>Platonia insignis</i> Mart.	Bacuri	

Tomado de CIAT (1995), adaptado por el autor

## 2.2 FISILOGIA POSCOSECHA

“La importancia de los estudios sobre pérdidas poscosecha radica en que arrojan información sobre el comportamiento de cada uno de los componentes del sistema y de la forma en que interaccionan, lo que permite conocer volumen, valor, tipos y causas de pérdidas y, consecuentemente, establecer programas y proyectos para su reducción” (Yahia e Higuera, 1992). Por esto los autores citados anteriormente enfatizan que “el periodo de almacenamiento, respiración, transpiración, composición química, apariencia externa, estructuras anatómicas, deterioro, sabor, calidad y otros comportamientos y características de poscosecha reflejan las condiciones ambientales y culturales a las cuales el producto fue expuesto”.

Por lo dicho anteriormente la buena interacción entre precosecha y poscosecha es innegable para obtener y llevar al mercado un producto de calidad, que posea una buena vida de anaquel. Esto da como ventaja alcanzar mercados lejanos con un mayor poder adquisitivo como lo son el mercado europeo y norteamericano, ambos son potenciales mercados de exportación para el achachairú, mas la mejor manera de tener presencia competitiva es a través de la exportación por vía marítima.

### 2.2.1 Factores que más afectan la vida poscosecha

Cualquier órgano de la planta que se separa de la planta madre es todavía un organismo vivo porque respira, para ello es indispensable energía la cual se extrae del rompimiento de los enlaces químicos de la glucosa, la energía obtenida de la respiración es destinada a mantener la permeabilidad de las membranas y estructura física de la fruta, este proceso genera lo que se conoce como calor vital y transpiración.

**2.2.1.1 La maduración.** Debe ser óptima para los productos a almacenarse ya que la vida de almacenamiento de estos se ve reducida, si es insuficiente o excesiva. Según Herrero y Guardia (1991) la maduración en muchos frutos está asociada a un incremento repentino en la actividad respiratoria y recibe el nombre de subida climatérica o incremento climatérico, generalizando, la respiración de los frutos climatéricos no sigue un ritmo regular, sino que varía a lo largo de la vida. Al momento en el que la intensidad respiratoria aumenta bruscamente del punto mínimo al máximo se le llama crisis climatérica o “riponing”, justo en este periodo se producen cambios fisiológicos, como el aumento de la permeabilidad de las membranas, y otros bioquímicos, como la producción autocatalítica de etileno y el incremento en la actividad enzimática.

**2.2.1.2 Calor vital.** Este tipo de calor puede generar una reacción en cadena en la cual el calor de la respiración calienta el producto, la temperatura del producto aumenta a medida que pasa el tiempo y asimismo aumenta la tasa de respiración, por lo tanto se

incrementa la producción de calor vital lo que rápidamente conducirá al deterioro del producto (Medlicott *et al.*, 1993).

**2.2.1.3 Transpiración.** Según Kader (1992), la pérdida de agua es la principal causa del deterioro de la fruta ya que afecta: cuantitativamente en la pérdida de peso vendible; cualitativamente en la apariencia (arrugado), textura (ablandamiento, flacidez y jugosidad), y nutricionalmente.

La tasa de transpiración es influenciada por factores internos ( características morfológicas y anatómicas, radio de la superficie al centro de la fruta y estado de madurez), y externos (temperatura, humedad relativa, movimiento de aire y presión atmosférica). La evaporación de agua proveniente de frutos y partes de plantas es un proceso físico producto de la transpiración, este puede ser controlado con la aplicación de ceras y otros cobertores, el uso de envolturas como plásticos o modificando el medio ambiente, manteniendo alta humedad relativa o reduciendo la circulación de aire (Kader, 1992).

**2.2.1.4 Preenfriado.** Es la remoción del calor interno de la fruta que proviene del campo, es importante hacerlo en el menor tiempo posible ya que por el principio de Van't Hoff ( $Q_{10}$ ) la humedad se mueve por gradiente de temperatura, de caliente (fruto) a frío (ambiente) dando como resultado pérdida de peso vendible (agua). Hardenburg *et al.* (1988) así como Herrero y Guardia (1991) aseguran que el enfriamiento rápido hasta las temperaturas necesarias (arriba del punto de congelamiento y arriba del punto de daño por frío), afecta el crecimiento de microorganismos patógenos del fruto ya que endurece la capa superficial de éste, haciéndolo más resistente; de la misma manera restringe la actividad enzimática, respiratoria, la pérdida de agua y por último, reduce la producción endógena de etileno por parte del fruto. Hay una gran diversidad de métodos de prerefrigeración, el método a usarse tiene que ir acorde con las condiciones de trabajo y el tipo de producto.

**2.2.1.5 Calidad de los productos.** "Si se desea disponer de un largo período de almacenamiento (vida de anaquel), los productos deben hallarse en excelentes condiciones, ser de óptima calidad y estar tan libres como sea posible, de roturas en la piel, magulladuras, síntomas de descomposición y cualquier otra indicación de deterioro. Las magulladuras y otros daños mecánicos no solamente desmejoran la apariencia de los productos, sino que constituyen la vía de entrada de organismos que aceleran la descomposición, también facilitan la pérdida de humedad" (Hardenburg *et al.*, 1988).

## 2.2.2 Factores que retrasan el deterioro de la fruta

**2.2.2.1 Reducción de la tasa de respiración.** La respiración disminuye a baja temperatura y se detiene cuando el tejido se congela, lo cual no es deseado porque produce una modificación del estado físico de la pulpa, por esto la temperatura debe manejarse dentro del rango fisiológico de cada especie, aunque se puede generalizar diciendo que los cultivos de clima templado pueden soportar temperaturas de almacenamiento de 0° a 10°C, mientras que los productos tropicales a menudo son dañados por temperaturas debajo de 8° a 10°C. "Otra manera de reducir la tasa de respiración es reduciendo el oxígeno de la atmósfera circundante o reduciendo la presión atmosférica, a esto se le llama almacenamiento bajo atmósfera controlada y almacenamiento hipobárico respectivamente" (Medlicott *et al.*, 1993).

**2.2.2.2 Reducción de la pérdida de agua.** Al disminuir la respiración disminuye en forma directamente proporcional la transpiración, no siendo este el único factor, según Kader (1992) y Medlicott *et al.* (1993) el déficit de presión del vapor de agua es causante de la deshidratación de los productos ya que moviliza agua desde los productos al aire. "La capacidad del aire de retener agua aumenta a medida que aumenta la temperatura: por lo tanto, un aire con 90% de humedad relativa a 10 °C, contiene menos agua por peso que el mismo aire con 90% de humedad relativa a 20 °C. Una humedad relativa alta, del 85 al 100 por ciento, se recomienda para la mayoría de los productos hortícolas perecederos, con el fin de retardar el ablandamiento y el encogimiento por pérdida de humedad" (Hardenburg *et al.*, 1988).

Los microorganismos que causan deterioro en la fruta proliferan en las condiciones deseadas de humedad relativa alta, por esto se debe aplicar algún germicida para evitar su desarrollo, el cual se facilita si el producto sufre algún daño mecánico.

Tanto las ceras, los cobertores no cerosos y los plásticos, modifican la atmósfera alrededor del producto, protegiéndolo de la pérdida de agua al reducir la respiración y, en algunos casos, del desarrollo de microorganismos dañinos.

## 2.2.3 Formas de reducir el deterioro poscosecha

**2.2.3.1 Refrigeración.** "Consiste en la eliminación de parte de la energía interna del producto. Al bajar la temperatura se produce una disminución del proceso evolutivo del producto frutícola, interfiriendo directamente en los procesos de maduración, se reduce la respiración y la velocidad a las reacciones responsables de la maduración, fuera del desarrollo de actividad microbiana. Con esta técnica se intenta buscar una temperatura óptima de conservación, en la cual el fruto se conserve durante un largo tiempo sin que aparezcan alteraciones, las pérdidas de peso sean mínimas, y tenga unas cualidades organolépticas óptimas. A esta temperatura óptima se tiene que reducir en lo posible la

actividad metabólica" (Herrero y Guardia, 1991). Esta temperatura debe estar arriba del punto de daño por frío y por encima del punto de congelamiento. Los síntomas de daño por frío son: decoloración interna, incapacidad de madurar o necrosis, oscurecimiento en la superficie de la cáscara o pulpa, susceptibilidad a patógenos y otras afecciones de la piel, muchas veces estos síntomas no se presentan hasta varias horas o días después de sacarlos de la temperatura de almacenamiento y exponerlos a temperaturas más cálidas. En el caso del congelamiento según Hardenburg, *et al.* (1988), al formarse cristales de hielo en los tejidos vegetales se rompe la pared celular dando como resultado los síntomas de daño por congelamiento que son: pérdida de rigidez; se vuelven blandos al descongelarse y dan la apariencia de estar llenos de agua.

**2.2.3.2 Humedad relativa alta.** Los productos hortofrutícolas por lo general tienen un alto contenido de agua, por eso en las cámaras de almacenamiento se desea una humedad relativa de más de 90%, con el objeto de disminuir el gradiente de humedad entre la fruta y el aire y por ende la evapotranspiración. Los beneficios de mantener una diferencia de presión de vapor pequeña y una baja evapotranspiración son: mantener la turgencia, evitar la pérdida de agua vendible y con ello un decaimiento en la calidad del producto por arrugamiento. Debido a las condiciones de alta humedad y oscuridad que se da en las cámaras de almacenamiento es recomendable la aplicación de germicidas o fungicidas, ya sea al producto o a los cuartos fríos, puesto que estas condiciones son óptimas para el crecimiento de hongos. Se recomienda hacer la aplicación del fungicida en combinación con las ceras para tener un mejor manejo de la fruta ya que estos productos tienden a reducir las pérdidas de peso al impedir las pérdidas de agua, quedando ésta en el interior de la fruta, no así las películas plásticas que evitan la dispersión de la humedad en toda la cámara y la limitan alrededor del fruto saturándola de humedad.

**2.2.3.3 Atmósfera modificada y controlada.** Esta técnica mantiene la calidad de los productos disminuyendo la respiración al aumentar o reducir los porcentajes, en el aire de las cámaras de frigoconservación, de oxígeno, dióxido de carbono y nitrógeno. Las proporciones varían de acuerdo a la especie. "El término de almacenamiento en atmósfera controlada muchas veces es usado como sinónimo de almacenamiento en atmósfera modificada que es la atmósfera que rodea el producto almacenado dentro de una película plástica, por ejemplo, donde su composición es determinada por varios factores: la tasa de respiración del producto, cualquier adición de mezcla de gases en el paquete, la permeabilidad de la película plástica, la temperatura de almacén y la forma de estiba dentro del contenedor" (Medlicott *et al.*, 1993). Al respirar el fruto consume oxígeno y emite dióxido de carbono, por tanto, al encontrarse en una atmósfera rica en dióxido de carbono y pobre en oxígeno el fruto disminuye su proceso de maduración.

Según Herrero y Guardia (1991), la principal ventaja de la atmósfera controlada es que prolonga el período óptimo de la conservación entre un 40% y un 60%, respecto a la conservación con atmósfera normal. Los cobertores, películas plásticas y ceras también modifican la atmósfera debido a que son una barrera semipermeable a los gases,

dependiendo del tipo de cera, cobertor o plástico que se use y de la uniformidad en su aplicación.

**2.2.3.4 Uso de ceras, cobertores y películas plásticas.** Estos productos no mejoran la calidad del producto simplemente la mantienen al modificar la atmósfera circundante del fruto, bajando el porcentaje de oxígeno y elevando el de dióxido de carbono con lo cual desacelera la tasa de respiración.

Las ceras también reducen la deshidratación y le dan un aspecto brillante al producto, al crear una película encima de la piel. Dependiendo del método de aplicación así será la uniformidad y el grosor de la película que es muy importante ya que Hardenburg, *et al.* (1988), enfatizan que un recubrimiento muy delgado da una protección insuficiente contra la pérdida de humedad, mientras que una capa muy gruesa favorece a la fermentación y descomposición por falta de oxígeno.

Los principales tipos de cera son:

- Las ceras solventes compuestas de 70 a 80% de hidrocarburos alifáticos y 25% de hidrocarburos aromáticos mas un solvente por lo general acetona que contiene algunos agentes plastificantes.
- Las ceras acuosas pueden ser solubles o emulsificantes, las primeras son solubles en álcali, resinas de madera o goma de proteína natural. Las emulsiones de cera pueden ser naturales como la carnauba o la parafina y sintéticas como la emulsión de polietileno en jabón detergente.
- Las ceras de plancha o barra que son mezclas de ceras derretidas y solidificadas nuevamente con otras ceras.
- Las ceras pasta-aceite son una mezcla de parafinas con diferentes puntos de fusión, que en distintas proporciones dan la viscosidad deseada.

Las ceras derivadas del petróleo tienen un cierto rechazo por el consumidor, debido a esto se desarrollaron los cobertores que son las ceras de origen vegetal o natural como los derivados de ésteres de sacarosa los cuales son totalmente seguros para la salud humana.

Según Surface Systems International Ltd (1993), los ésteres de sacarosa actúan en los estomas y lenticelas de la fruta atrayendo moléculas de agua de la atmósfera las cuales crean una capa invisible, las propiedades del agua hacen que el oxígeno atraviese esta capa mucho mas lentamente y esta permeabilidad se reduce aproximadamente en 85 – 95%, no así al dióxido de carbono que prácticamente pasa sin restricción con una reducción en la permeabilidad de solo 10 – 15%. Esto ocasiona que la atmósfera interna del fruto se modifique llegando a tener un 2% de oxígeno y 6.1 de dióxido de carbono. El rápido paso del dióxido de carbono es muy importante para evitar niveles tóxicos y con ello la creación de sabores ajenos a la fruta. Del mismo modo la reducción del nivel de oxígeno interfiere la producción de etileno, este gas es el responsable de la acelerada maduración y de los cambios de color.

#### 2.2.4 Poscosecha de achachairú.

Según CIAT (1995), la fruta del achachairú al medio ambiente tenida por una semana, no presentó cambios significativos en cuanto a aspecto exterior, pero cuando tuvo daños mecánicos cambió de aspecto externo, este es el caso de todas las frutas.

Según Villagómez (1990), los frutos cosechados sin golpear, puestos a temperatura ambiente, duran de 5-7 días para consumo directo y entre 10-15 para la fabricación de helados y refrescos, esto es debido porque a los 6-7 días el exocarpo pierde turgencia y se resaca tomando una apariencia arrugada, aunque la pulpa queda intacta. Se ha observado que el fruto cosechado con pedúnculo y exteriormente seco (sin humedad) conserva su apariencia por más tiempo.

Una forma de conservación que se ha ensayado ha sido refrigerar la fruta a 5-7 °C, con lo que llegó a durar cerca de 30 días. Si se congelara el fruto podría durar más de 30 días, sin embargo, su precio bajaría notablemente, también se debe tener presente que para consumir el achachairú este no debe estar totalmente descongelado, ya que pierde su sabor original (CIAT, 1995).

### 2.3 PROPAGACION SEXUAL

#### 2.3.1 Germinación

La germinación es la reactivación de la semilla para dar paso a la emergencia de la radícula y al tallo. La germinación tiene tres requisitos básicos:

Primero: la semilla debe ser viable, o sea, el embrión debe estar vivo y capaz de germinar

Segundo: la semilla debe ser puesta en condiciones ambientales favorables, siendo los principales factores: agua disponible, temperatura adecuada y provisión de oxígeno.

Tercero: cuando se han cumplido los dos requisitos previos, deben superarse las condiciones internas que impiden la germinación. Para superar esas condiciones a veces se hacen necesarios tratamientos pre-germinativos (Hartmann y Kester, 1988).

#### 2.3.2 Apomixis

Según Hartmann y Kester, (1988), la apomixis se da en algunas especies donde el embrión no se produce de la fecundación y meiosis, sino que una célula del saco embrionario o de la nucela se divide mitóticamente dando lugar a un cigoto de la misma constitución genética del progenitor femenino (la apomixis no recurrente es una excepción), este proceso reproductivo asexual es muy importante en la agricultura ya

que se pueden producir poblaciones de plántulas genéticamente iguales, aunque para el campo de la fruticultura no es tan útil ya que este tipo de plantas al igual que las plantas de semilla sexual pasan por la etapa juvenil que en los árboles frutales es muy prolongada. Sin embargo, en algunas especies frutales las plantas apomícticas que muchas veces son más fuertes y uniformes en contraste con las plántulas sexuales híbridas, se las puede usar para producir patrones para injerto

### 2.3.3 Poliembrionía

Es cuando en una semilla encontramos dos o más embriones, esto puede resultar de varias causas como la embrionía nuclear, varios núcleos dentro del saco embrionario en adición del óvulo y la división del proembrión que conduce a la formación de embriones múltiples.

### 2.3.4 Letargo

Según Rojas y Ramírez (1993), las causas del letargo de las semillas pueden ser muchas, testa dura o impermeable, embrión rudimentario o inmaduro y presencia de inhibidores, las fases del proceso de letargo son:

-Inducción.- Al formarse las semillas poseen un alto nivel de hormonas el cual decae por la influencia de algún factor externo que rompe el equilibrio entre inhibidores y promotores ABA/GA.

-Mantenimiento.- Aunque la tasa de respiración de la semilla sea mínima siguen ocurriendo cambios metabólicos como síntesis de proteínas, etc, en muchos casos pueden haber dos o más factores para el mantenimiento del letargo

-Disparo.- El disparador del proceso es un factor externo, luz o temperatura, conectados con factores internos de inhibición o sistemas enzimáticos.

-Germinación.- Es el final del letargo. Esta etapa se subdivide en varias etapas:

- a) Imbibición.- El agua entra a la semilla, las células se hidratan y entran en actividad.
- b) El embrión produce ácido giberélico (A.G) que actúa sobre la aleurona haciendo que esta produzca la enzima amilasa.
- c) Por acción de la alfaamilasa y maltasa el almidón se convierte en glucosa como fuente de energía para el embrión.
- d) El embrión produce citocininas, estas hormonas junto con el GA inducen síntesis de enzimas y proteínas solubles.
- e) División activa.- Por efecto de las citocininas y con la energía de la glucosa más la acción conjunta de las enzimas y proteínas, las células del embrión entran en mitosis activa.
- f) Síntesis de auxinas.- esto se da por parte del endospermo y luego del embrión, estas hormonas inducen agrandamiento de los meristemas promoviendo el crecimiento.

“ Como se ha visto, en la germinación toman parte todos los grupos hormonales así como los inhibidores; por tanto, en el caso de letargo por embrión inmaduro cualquier

tipo de hormona: auxina, cinetina o giberelina, podría estar en deficiencia. Sin embargo, las experiencias muestran que lo más general es la deficiencia en giberelinas y, por ello, son las hormonas más utilizadas para promover la germinación y el desarrollo inicial del embrión pero no son las hormonas limitantes en todos los casos” (Rojas y Ramírez, 1993).

### 2.3.5 Inducción de la germinación en semillas no exigentes de frío.

La temperatura y la luz son algunos de los factores más importantes en la germinación de las semillas de cualquier planta puesto que afectan la tasa de germinación como el porcentaje, hay plantas con requerimientos de temperaturas elevadas, éstas por lo general provienen de regiones tropicales o subtropicales cálidas, por tanto, la exposición de dichas semillas a temperaturas menores a 10°C puede dañar al eje embrionario o matar el embrión y conducir a una plántula anormal en caso que germine la semilla, del mismo modo los requerimientos de luz u oscuridad son propios de cada especie ya que el efecto de este factor puede ser tanto por cantidad como por intensidad de la luz (Hartmann y Kester, 1988).

“ A diferencia de las semillas que exigen frío o luz para germinar, muchas otras que no tienen esta exigencia pueden ser estimuladas por otras hormonas en lugar de la giberelina” (Rojas y Ramírez, 1993). Estos mismos autores dan como ejemplo el caso del cafeto (*Coffea arabica*) donde la acción del A.G exógeno en la germinación de sus semillas es inhibitoria, en cambio el proceso se estimula con auxinas.

Aunque en la planta se encuentran muchas clases de giberelinas naturales, el ácido giberélico (A.G) es el más empleado para aplicaciones exógenas, este ácido es producido en cultivos del hongo (*Gibberella fujikuroi*). Los tratamientos con A.G pueden superar el letargo fisiológico en varias especies de semilla y estimular la germinación de semillas con embriones en letargo. Las dosis más comunes van de 200 ppm a 1000 ppm, en concentraciones superiores a esta se recomienda el uso de una solución amortiguadora. Para semillas grandes se recomienda un remojo de 12 h en solución de A.G. (Hartmann y Kester, 1988).

### 2.3.6 Germinación del achachairú

Las semillas de esta especie son poliembriónicas teniendo embriones nucleares y sexuales, el achachairú común presenta de una a tres semillas, cuando se da el último caso por lo general dos están atrofiadas quedando sólo una viable, en la que puede haber más de 1 embrión, generalmente nucelar (es).

La germinación del achachairú es desuniforme y comienza a los 30-40 días después de la siembra, prolongándose hasta los 6 a 8 meses. La semilla sombreada luego de extraída de frutos frescos tiene un poder germinativo mayor al 80%, llegando incluso cerca del

100%. Se ha observado que las semillas de achachairú pierden su poder germinativo si se guardan por mucho tiempo y si por algún motivo tienen que ser almacenadas, debe ser en lugares frescos, oscuros, y no por mucho tiempo. Se observó que semillas almacenadas durante un año en buenas condiciones perdieron hasta 50% de su poder germinativo (CLAT, 1995). Según Villagómez (1990), el único tratamiento que se le da a la semilla es secarla ya sea en sombra o con luz solar directa; excepcionalmente se seca unas horas al sol y luego a la sombra. En algunos casos se indica que cuando se siembran las semillas con los restos de pulpa (sin lavar ni secar), estas no son atacadas por las hormigas y germinan más rápido. Aparentemente la exposición al sol disminuye el porcentaje de germinación de las semillas, como sucede en algunos casos ( e.g. el de un productor que sembró 50 semillas secadas al sol y sólo germinaron 10).

## 2.4 PROPAGACION ASEXUAL

La reproducción asexual es la utilización de partes vegetativas de la planta madre para dar origen a otra planta, esto es posible ya que cada célula tiene la información genética para crear una nueva planta. Este tipo de reproducción puede ocurrir mediante la formación de raíces y tallos adventicios o por la unión de partes vegetativas. Las razones para usar este tipo de propagación son: mantenimiento de clones, reproducir plantas sin semillas, control de la forma de crecimiento, combinación de clones, razones económicas y evitar los períodos juveniles prolongados de las plantas producidas por semillas, pues en dicho período estas plantas no florecen y no producen frutos ni semillas.

### 2.4.1 Acodos

Según Hartmann y Kester, (1988), acodamiento es la inducción a formar raíces adventicias en un tallo aun sin desprenderse de la planta madre, a este método de propagación le afectan varios factores como son:

- Nutrición. El tallo es aprovisionado de nutrientes y agua por el xilema intacto.
- Tratamientos al tallo. Con el corte del anillado hay una interrupción en la translocación hacia abajo de carbohidratos y auxinas, acumulándose en el punto de tratamiento y por ello ocurre el enraizamiento.
- Exclusión de la luz. Esto da lugar al blanqueamiento y al ahilamiento (etiología) que es el alargamiento del tallo por falta de luz. El éxito en el acodamiento de plantas difíciles de enraizar se debe a estos dos factores.
- Acondicionamiento fisiológico. La época del año influye en la etapa fisiológica de la planta, la cual esta asociada con el movimiento de carbohidratos a las raíces al final de un ciclo estacional.

Los métodos para mejorar el enraizamiento en estacas son válidos para este sistema, tal es el caso de las auxinas y las heridas. De la buena aereación, las temperaturas moderadas y la humedad continua depende la formación de raíces en los acodos.

**2.4.1.1 Acodo aéreo.** El acodo aéreo se usa para propagar diversos árboles y arbustos tropicales y subtropicales, incluyendo el litchi. Los acodos aéreos se hacen en la primavera en madera del año anterior o, en algunos casos, a fines del verano en ramas parcialmente endurecidas (Hartmann y Kester, 1988). Indican estos mismos autores que el uso de un estimulador del enraizamiento como el ácido indolbutírico (AIB) es positivo en muchos casos, aumentando el enraizamiento y supervivencia de acodos de diversas especies.

El acodo se separa de la planta madre cuando se observa que han crecido raíces, para que esto suceda toma de uno a tres meses; los acodos hechos en la primavera se recomienda separarlos de la planta madre en otoño cuando la planta entra en descanso, o cuando las raíces han desarrollado lo suficiente. Esto en los climas con inviernos fríos, en los más cálidos la estacionalidad no ocurre en forma marcada.

## 2.4.2 Estacas

El anillo de esclerénquima continuo, entre el floema y la corteza, posiblemente constituye una barrera anatómica para el enraizamiento. En un estudio de estacas de olivo este anillo estaba asociado con tipos de estacas difíciles de enraizar, mientras que aquellos de enraizamiento fácil se caracterizaban por la discontinuidad del anillo de esclerénquima. Este anillo continuo de esclerénquima era roto por las células radiales del parénquima cuando las estacas con hojas eran puestas a enraizar bajo niebla, con esto se hizo posible el enraizamiento de tallos anatómicamente inadecuados para ello. Los tratamientos con auxinas y bajo niebla tienen ese efecto de inducir la expansión y proliferación de las células del cambium. Un número considerable de experimentos demuestran que la presencia de hojas en las estacas ejerce una fuerte influencia estimulante sobre la iniciación de raíces, esto se afirma con la correlación positiva ( $r = 0.96$ ) entre el porcentaje de retención de las hojas y el de enraizamiento de estacas (Hartmann y Kester, 1988).

**2.4.2.1 Reguladores de crecimiento.** Para inducir raíces adventicias las auxinas más usadas son el ácido naftalenacético (ANA) y el ácido indolbutírico (IBA), sin embargo, no todas las especies reaccionan produciendo raíces. Para obtener mejores resultado con estas sustancias es aconsejable mezclar varios tipos de las mismas como son IBA, ANA y 2,4 - D. Muchas de estas sustancias no son solubles en agua pero sí en alcohol. El movimiento de las auxinas en los tallos es de forma basipetala, aún en estacas sin hojas. Los métodos de aplicación de las auxinas dependen de su presentación comercial, estos pueden ser:

En polvo; se mete la base de la estaca en el polvo y la cantidad de producto que se adhiera será suficiente, es un sistema muy sencillo, pero se tienen que aplicar mayores concentraciones de auxinas y por lo general no se obtienen resultados uniformes por la variación en la cantidad de producto que se adhiere a la estaca.

Solución diluida en alcohol y posteriormente en agua; se remojan las bases de las estacas por 24 h. La cantidad de auxinas que absorba la estaca dependerá de las condiciones circundantes, por ello se observa cierta variación en el enraizamiento de las estacas.

Solución concentrada en alcohol al 50%; se sumerge la parte basal de las estacas por 5 segundos con este método se obtienen los resultados mas uniformes ya que no intervienen las condiciones circundantes en la absorción de hormonas.

“El uso de concentraciones excesivas puede inhibir el desarrollo de las yemas, ocasionar amarillamiento y caída de las hojas, ennegrecimiento del tallo y finalmente la muerte de las estacas” (Hartmann y Kester, 1988).

**2.4.2.2 Aplicación de fungicidas.** Muchas veces las estacas forman raíces pero estas no sobreviven por el ataque de hongos. Esta demostrado que el uso de un fungicida sistémico como el “Benomyl”, estimula la supervivencia de las estacas.

**2.4.2.3 Lesionado.** Se ha observado que la producción de callo y formación de raíces es mayor en las heridas, esto es debido a que los tejidos heridos entran en división celular y producen primordios radicales por estimulación de las auxinas y carbohidratos acumulados en el área lesionada y el incremento en la respiración. También se produce etileno que tiene efecto positivo en la formación de raíces adventicias.

“En el tejido de tallo de ciertas especies existe un anillo esclerenquimatoso de células fibrosas duras en la corteza y externo al punto de origen de las raíces adventicias. Existe cierta evidencia de que las raíces de nueva formación tienen dificultad para penetrar en esa banda de células. Una herida superficial corta a través de ellas y tal vez así se permita que haya mayor facilidad para el atravesado hacia fuera de las raíces en desarrollo” (Hartmann y Kester, 1988).

**2.4.2.4 Estacas de madera semidura.** Las estacas son el medio más importante para la propagación de arbustos ornamentales y frutales, tanto de especies deciduas como siempreverdes. Las estacas de madera semidura son obtenidas de especies loñosas, siempreverdes, de hoja ancha. Estas estacas por lo general se toman en el verano de ramas nuevas, justo después que termina un periodo de crecimiento y la madera está parcialmente madura.

Si las hojas son muy grandes debe reducirse su tamaño para disminuir la pérdida de agua. El corte basal de ordinario se hace justamente debajo de un nudo; es necesario que las estacas con hojas se hagan enraizar en condiciones que mantengan al mínimo las

pérdidas de agua de las hojas, esto puede ser en invernaderos con aspersiones de niebla intermitente (mist) o bajo una cámara de plástico hermética. Se han obtenido buenos resultados aplicando auxina a estacas de muchas especies (Hartmann y Kester, 1988).

#### 2.4.3 Propagación asexual en achachairú.

“Fisiológicamente la especie al ser seccionada o cortada libera gran cantidad de resina impidiendo tal vez el prendimiento del injerto” (CIAT, 1995). Los métodos de injerto utilizados en los ensayos que se realizaron por el CIAT, (1995), fueron los de cuña terminal, cuña lateral y cuña de corona (en la parte lateral del tallo, casi en la corteza), sin encontrar diferencias entre los métodos. En el mismo estudio se menciona que el injerto de achachairú es posible, usando como patrón el achachairú-ocoró (*Garcinia sp.*), con un prendimiento mayor al 50% utilizando el método de cuña de corona, aunque se observa que el desarrollo del mismo es un poco lento. El uso del achachairú común como patrón del mismo achachairú común, no presentó buenos resultados, ya que la vareta permanecía viva durante tres meses aproximadamente y luego empezaba a secarse. El uso de varetas de yemas laterales no es recomendable porque presentan crecimiento lateral, no así los injertos realizados con varetas apicales (CIAT, 1995), lo que indica la existencia de ramas plagiotrópicas y ejes ortotrópicos.

### 3. MATERIALES Y METODOS

Los estudios se realizaron en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana que se encuentra situada a 14° 00 latitud norte y 87° 02 longitud oeste, a una altura de 800 msnm, en el valle del río Yeguaré, departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 30 km de Tegucigalpa.

#### 3.1.- FISILOGIA POSCOSECHA

Al llegar la fruta a la FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola), se conformaron dos lotes, uno fue puesto a 13 °C y el otro a temperatura ambiente. Durante 10 días se les midió el peso de la cáscara, pulpa, semilla y fruta entera. El contenido de sólidos solubles de la pulpa fue tomado a diario con un refractómetro manual, de igual manera con ayuda de un penetrómetro se determinó la firmeza de la fruta entera, como últimas variables medidas se tomaron la producción de etileno y dióxido de carbono, usando tubos muestreadores de gases.

#### 3.2.- CONSERVACION DE LA FRUTA

En esta evaluación se usó un Diseño Completamente al Azar con medidas repetidas en el tiempo. Se evaluaron nueve tratamientos y cuatro repeticiones de cinco frutos cada una. Los tratamientos fueron los siguientes:

Temperatura °C	Empaque o Cobertor
Ambiente	Testigo
Ambiente	Película plástica de P.V.C. "Network".
Ambiente	Cobertor "Nu Coat Flo" (1 en 50 partes de agua).
6	Testigo
6	Película plástica de P.V.C "Network".
6	Cobertor "Nu Coat Flo" (1 en 50 partes de agua).
12	Testigo
12	Película plástica de P.V.C "Network".
12	Cobertor "Nu Coat Flo" (1 en 50 partes de agua).

Se usó fruta recién cosechada totalmente madura, traída de Bolivia. La fruta que se utilizó no tenía mas de 48-72 horas de cosechada al iniciarse 2 ensayos el 15 y el 16 de

enero de 1999. Se usó tres repeticiones de cinco frutos por tratamiento. Por la pérdida de mucha fruta maltratada por el transporte, se seleccionó sólo la fruta que reunía las características de aspecto intacto y madurez adecuada y se agrupó en lotes de cinco frutos tomados al azar, estos fueron colocados en las bandejas, las que constituyeron una repetición de cada tratamiento, respectivamente.

Se preparó una mezcla de "Nu Coat Flo" en 50 partes de agua en que se metió los frutos que les correspondió ese tratamiento. Seguidamente se procedió a envolver con plástico P.V.C las bandejas designadas para el tratamiento con película plástica. Luego se tomó el peso inicial de cada una de las bandejas y se la identificó con un número inscrito en la misma bandeja con un marcador indeleble. Los lunes y viernes de cada semana se tomó el peso de cada bandeja y se evaluó visualmente el aspecto exterior, las pruebas organolépticas se realizaron cuando se observó cambio en el exocarpo, puesto que ese fue el punto donde se decidió que la fruta ya no era comercial por su aspecto externo (manchas negras, arrugamiento o flacidez) y se quería establecer si el momento en que la fruta dejaba de ser visualmente comercial, perdía también sus características organolépticas.

### 3.3.- PROPAGACION SEXUAL

#### 3.3.1 Estimulación de la germinación.

Con las semillas de los frutos que llegaron magullados y de los frutos utilizados en el estudio de conservación y conforme se eliminaron los tratamientos se hizo un estudio sobre germinación, que incluyó: tratamientos con ácido giberélico (A.G) a distintas concentraciones. También se evaluó la germinación de semillas: secadas a pleno sol y de fruta almacenada al ambiente, a 6°C y a 12°C para ver si alguno de estos factores tenía un efecto particular.

A la semilla de fruta recién cosechada se le aplicaron los siguientes tratamientos:

- Lavada, oreada y remojada 24 h en 0 ppm de A.G.(Testigo)
- Lavada, oreada y remojada 24 h en 10 ppm de A.G.
- Lavada, oreada y remojada 24 h en 100 ppm de A.G.
- Lavada, oreada y remojada 24 h en 1,000 ppm de A.G.
- Lavada, oreada y remojada 24 h en 10,000 ppm de A.G.
- Lavada, oreada a la sombra y sin remojo
- Lavada húmeda sin orear (mantenida en bolsa de polietileno)
- Sin lavar, después de consumida la pulpa

El lavado de las semillas se realizó de la siguiente manera: se sumergieron en agua y se frotaron unas contra otras, este proceso se repitió varias veces hasta quitarle toda la pulpa, luego se orearon por 24 h, después se procedió a formar ocho grupos de 24 semillas de los cuales, cinco se metieron en su respectivo recipiente con la

concentración de la solución de A.G que le correspondía. Se dejaron remojar por 24 h, luego cada tratamiento que constó de tres repeticiones, de ocho semillas, se sembró en cajas de madera de 60 cm de largo, 40 cm de ancho y 20 cm de profundidad, con un medio de germinación compuesto de una parte de arena gruesa, una parte de suelo agrícola y una parte de musgo esfagnico, en cada caja se sembró una repetición de cada tratamiento, por lo que ésta constituyó un bloque del Diseño en Bloques Completos al Azar con medidas repetidas en el tiempo. Las tres cajas fueron puestas en un sombreadero de malla de polipropileno a 60% de sombra. El ensayo se regó una vez por semana y se desyerbó cada vez que fue necesario. El experimento se inició el 27 de enero de 1999 y la emergencia de plántulas comenzó el 10 de abril de 1999 y duró hasta el 25 de julio de 1999 en que se determinó que no había más germinación. Para ver si el ácido giberélico tenía algún efecto en el alargamiento de los entrenudos de las plantas se midió con una regla milimetrada el tamaño de la planta, desde la base hasta el primer par de hojas, posteriormente se midió el tamaño total de la plántula y se contó el número total de entrenudos.

En el mismo sombreadero usando un medio de arena se hizo otro ensayo para ver el efecto de la temperatura de almacenaje de la semilla sobre la germinación, se usó un Diseño Completamente al Azar de cuatro tratamientos: semillas sin lavar de frutos al ambiente, semillas lavadas de frutos al ambiente, semillas de frutos a 6°C y semillas de frutos a 12°C, con cuatro repeticiones de 14 semillas cada uno, este ensayo se evaluó el 15 de junio de 1999. Paralelamente se sembró 150 semillas que fueron secadas a pleno sol, para determinar que efecto tenía esta práctica con relación a la germinación.

### 3.4 PROPAGACION ASEXUAL

#### 3.4.1 Acodo aéreo

En este estudio se evaluaron dos tratamientos: con y sin ácido indolbutírico (A.I.B) a 3,000 ppm en la zona del anillo. Se usó cinco repeticiones (árboles) de cinco unidades muestrales (acodos) por cada tratamiento lo cual dio un total de 10 acodos por árbol y 50 acodos para el total del estudio; en los acodos del tratamiento con hormona, esta se aplicó en una formulación en polvo en la parte superior del anillo, tomando como referencia el suelo. Una vez terminado, se identificaron con una cinta amarilla los que no tenía hormona, en ambos casos se hizo un anillo de dos centímetros de ancho en la zona a acodar. Este ensayo fue realizado el 8 de abril de 1999 y se evaluó tres y seis meses después.

#### 3.4.2 Estacas terminales con hojas

Para el caso de estacas terminales con hojas se probó tres repeticiones de ocho estacas con cinco tratamientos de ácido indolbutírico (A.I.B): 0; 3,000; 8,000; 20,000 ppm y uno de 8,000 ppm de (A.I.B) con heridas en la base de la estaca. Estas heridas fueron

de cuatro cortes longitudinales de 1 cm de largo en la corteza de la parte basal de la estaca hasta llegar al leño para ver si con ello estimulaba el enraizamiento.

Las estacas fueron cortadas de la punta de las ramas el 25 de junio de 1999 con una tijera de podar y se metieron en bolsas de polietileno para evitar la deshidratación, tenían de 12 - 15 cm y un promedio de dos nudos, las plantas disponibles para el experimento estaban a pleno sol, por tanto, no tenían un desarrollo óptimo. Se buscó que todas tuvieran hojas recién maduradas o a punto de madurar en su extremo.

Una vez que se tuvo todas las estacas se seleccionaron las 24 del tratamiento con heridas basal y se procedió a realizar los cortes, posteriormente todas las estacas indiferentemente del tratamiento fueron, sumergidas en una solución de "Benlate" (Benomilo) a 3‰. Esta misma solución posteriormente se roció sobre el medio de enraizamiento contenido en las cajas del mismo tamaño de las usadas para el estudio de germinación, también se aplicó alrededor de estas, con el fin de evitar cualquier contaminación por hongos. El medio de enraizamiento fue una mezcla de 1 parte de musgo (peat moss) y 1 parte de arena de río.

Las bases de las estacas fueron enterradas unos tres centímetros, asegurando que quedaran fijas en el medio, luego se metieron las cajas a la cámara de enraizamiento para tener la humedad al 100% y evitar la deshidratación. Esta cámara, muy sencilla, constaba de solamente tres alambres por encima de las cajas formando una estructura similar a la de un invernadero sobre la cual descansaba un plástico pintado de blanco en su parte externa, esto con el objeto de reducir la radiación solar, por esta misma razón el experimento se realizó bajo un sombradero con 60% de sombra, luego se procedió a sellar la cámara poniendo arena alrededor del plástico de tal manera que no escapase la humedad y se tuviese un 100% de humedad relativa en su interior.

### **3.5.- ANALISIS ESTADISTICO**

Los resultados de este estudio se analizaron a través del programa estadístico SAS®. Se realizaron análisis de varianza para determinar la significancia del modelo utilizado y los tratamientos. Además, en el análisis de medidas repetidas a través del tiempo se observó la interacción entre tiempo y tratamiento para ajustar el análisis. La separación de medias se realizó a través de la prueba Duncan a un nivel de significancia de 0.05

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 FISILOGIA POSCOSECHA

De acuerdo a la tasa de respiración encontrada por FHIA de  $0.5 \text{ ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  y de producción de etileno de  $1.5 \mu\text{l kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  la fruta tiene una fisiología similar a muchas otras, con una tasa respiratoria muy baja que parece indicar que no es climatérica.

El estudio realizado por la FHIA encontró, además, que los porcentajes de pulpa (31%), cáscara (50%) y semilla (19%) no variaron con el tiempo de almacenamiento. Estos porcentajes son algo diferentes a los reportados por el CIAT (1995). El contenido de sólidos solubles de la pulpa fue de 16.5 °Brix y no varió con el almacenamiento; este valor coincide con el indicado por el CIAT (1995).

Análisis	°Brix		Distribución		Acidez Total	Humedad		Cenizas	Proteína	Extracto Etéreo	Fibra Cruda	Extracto Libre de N
	FHIA	CIAT	FHIA	CIAT		CIAT	E.A.P					
	(%)											
Pulpa	16.5	16.3	31.0	39.8	0.8	84.0		0.3 <sup>1</sup>	0.4 <sup>1</sup>	0.5 <sup>1</sup>	0.6 <sup>1</sup>	14.3 <sup>1</sup>
Semilla	---	---	19.0	47.4	---	---	48.6	0.9 <sup>2</sup>	2.2 <sup>2</sup>	10.0 <sup>2</sup>	1.7 <sup>2</sup>	36.6 <sup>2</sup>
Cáscara	---	---	50.0	12.8	---	---	85.3	0.5 <sup>2</sup>	0.6 <sup>2</sup>	0.8 <sup>2</sup>	2.8 <sup>2</sup>	10.1 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tomado de CIAT (1995).

<sup>2</sup> Elaborado por la Escuela Agrícola Panamericana, (1999).

La firmeza de la fruta decreció paulatinamente con el almacenaje, siendo mayor esta firmeza la primera semana a 13°C que al ambiente, en el cual perdió 1 % de su peso al día dando como resultado un rápido arrugamiento, no así la refrigerada a 13°C en la que la pérdida fue cinco veces menor, o sea, 0.2 % de su peso diario. Este comportamiento fue similar al de la prueba de conservación realizada en este estudio, donde al ambiente perdió alrededor de cuatro veces más agua que a 12°C, esta pequeña diferencia entre los estudios se pudo deber a las condiciones ambientales y a la menor temperatura de almacenamiento en el estudio realizado en El Zamorano.

Acompañando el arrugamiento de la cáscara también se observó un ennegrecimiento, mientras que la pulpa presentó rayas y puntos marrones. Este deterioro no se debió a bacterias u hongos y su desarrollo fue más lento a 13°C. En esta etapa de la investigación estos síntomas fueron considerados como desórdenes fisiológicos, aunque podría tratarse de la liberación de compuestos fenólicos que oxidan la pulpa y dañen la cáscara.

## 4.2 PRUEBA DE CONSERVACION DE FRUTOS

### 4.2.1 Primer ensayo

En pérdida de peso no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos durante las dos primeras semanas ( Cuadro 1).

A partir de la tercera semana se observó que los tratamientos a 6°C + P.V.C y 12°C+ P.V.C son estadísticamente iguales entre sí y mantuvieron la mayor escala de conservación hasta la quinta semana. Estos dos tratamientos fueron diferentes a los tratamientos ambiente sin empaque y ambiente con "Nu Coat Flo", que a la vez presentaron los pesos más bajos debido a las condiciones de al Escuela Agrícola Panamericana, de baja humedad y alta temperatura, provocando esto un acelerado deterioro de la fruta y de sus características organolépticas. El tratamiento al ambiente con "Nu Coat Flo" presentó un sabor avinagrado, quizás por el mal intercambio gaseoso creado por el cobertor, ocasionando una fermentación por falta de oxígeno, aunque esta condición se da normalmente cuando la capa es excesivamente gruesa (Hardenburg *et. al.*, 1988), pero eso varía con la especie. La textura fue blanda, con mayor arrugamiento y ennegrecimiento que en los demás tratamientos a las otras dos temperaturas, este ennegrecimiento según el estudio de la FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) se debe a un desorden fisiológico y no a patógenos. A pesar que estadísticamente los tratamientos a 6°C + P.V.C y 12°C+ P.V.C fueron iguales a los tratamientos ambiente + PVC, 12°C sin empaque, 6°C sin empaque, 12°C y 6°C con "Nu Coat Flo" a partir de la tercera semana, los primeros fueron los únicos que conservaron la fruta hasta el final del estudio.

Como se puede ver en el Cuadro 2, ninguno de los tratamientos refrigerados presentó arrugamiento en la primera semana, pero igual que con la fruta al ambiente los tratamientos 12°C con "Nu Coat Flo" y 12°C sin empaque tuvieron un marcado ablandamiento y ennegrecimiento, obligando a eliminar la fruta a la segunda semana, tiempo en el cual ya se habían presentado síntomas de daño por frío en los tratamientos 6°C sin empaque, 6°C con "Nu Coat Flo" y 6°C + P.V.C. En el tratamiento 12°C+ P.V.C este daño recién se presentó a la tercera semana, produciendo ennegrecimiento, lo que obligó a eliminar la fruta a la cuarta semana. El sabor fue algo insípido tanto en el tratamiento sin empaque, como el de "Nu Coat Flo", siendo el tratamiento con P.V.C. el que guardó mejor las características

adro 1. Pérdida de peso semanal y escala de conservación (E.C) en el primer ensayo de almacenamiento achachairú usando nueve tratamientos comerciales, El Zamorano - Honduras 1999 \*.

Tratamientos	Semanas									
	1		2		3		4		5	
	Peso	E.C	peso	E.C	Peso	E.C	Peso	E.C	Peso	E.C
6°C+PVC	266.28 a	5	266.19 a	5	265.13 a	5	264.35 a	5	263.63 a	5
12°C+PVC	262.70 a	5	262.18 a	5	261.78 a	5	260.23 ab	5	260.13 ab	5
AMBIENTE+SE	261.83 a	5	244.35 a	3.5	228.26 b	2	220.03 cd	1.5	217.95 cd	1.5
AMBIENTE+PVC	256.03 a	5	250.88 a	4.5	245.13 ab	4	232.80 bcd	3	230.33 bcd	3
12°C+SE	254.00 a	5	251.48 a	5	248.15 ab	4.5	244.53 abc	4	241.68 abc	4
6°C+SE	251.68 a	5	248.70 a	5	245.08 ab	4.5	241.00 abc	4	237.75 abc	4
AMBIENTE+NCF	249.88 a	5	235.43 a	4	223.08 b	3	207.65 d	1.5	203.33 d	1
12°C+NCF	241.15 a	5	238.28 a	5	234.80 ab	4.5	231.73 bcd	4	228.93 cd	4
6°C+NCF	240.78 a	5	237.25 a	5	233.45 ab	4.5	228.93 bcd	4	226.10 cd	4

Tratamientos seguidos con letras diferentes son significativamente diferentes  $P < 0.05$ .

E.C: 1= menor conservación, 5=mayor conservación;

Tratamientos: SE=sin empaque, NCF= Nu Coat Flo

Cuadro 2. Resultados organolépticos del primer ensayo de almacenamiento de achachafrú, El Zamorano - Honduras 1999.

Tratamientos	Semanas																								
	1					2					3					4					5				
	%					%					%					%					%				
	A	N	B	C	S	A	N	B	C	S	A	N	B	C	S	A	N	B	C	S	A	N	B	C	S
<b>Al ambiente</b>																									
Sin empaque	30	35	25	10		65	35	100	0	N															
Con "Nu Coat Flo"	55	40	5	0		70	70	100	0	A															
Con película P.V.C	40	20	0	35		40	25	0	35		65	50	0	0	N										
<b>A 12 °C</b>																									
Sin empaque	0	25	5	60		25	30	15	60		25	30	20	25	I										
Con "Nu Coat Flo"	0	0	40	60		30	15	40	55		35	55	40	0	I										
Con película P.V.C	0	45	0	55		0	45	0	55		0	45	0	55		0	70	0	30	N	0	85	0	15	N
<b>A 6 °C</b>																									
Sin empaque	0	40	40	50		10	40	100	0	I															
Con "Nu Coat Flo"	0	70	25	30		0.0	70	100	0	I															
Con película P.V.C	0	40	0	60		0	40	0	60		0	40	0	60	B	0	100	0	0	N					

A= arrugados

N= Negros

B= Blandos

C= Comerciales

S= Sabor

N= Normal

A= Avinagrado

I= Insípido

#### 4.2.2 Segundo ensayo

Al igual que en el primer ensayo los tratamientos 6°C + P.V.C y 12°C + P.V.C son iguales entre sí (cuadro 3). Estos tratamientos presentaron un valor de 5 en la escala de conservación, seguidos de los tratamientos 12°C con "Nu Coat Flo" y 6°C con "Nu Coat Flo", con valores de 4.5 y 4 respectivamente. Se tuvo los mismos resultados organolépticos que en el primer ensayo, o sea, fruta blanda en la segunda semana para los tratamientos ambiente sin empaque y ambiente con "Nu Coat Flo", estos tratamientos obtuvieron un valor de dos en la escala de conservación, durando una semana más el tratamiento ambiente + P.V.C, cuyo principal defecto fue el arrugamiento por deshidratación.

A diferencia del primer ensayo, en esta segunda evaluación no se presentó ablandamiento en los tratamientos 12°C sin empaque, 12°C con "Nu Coat Flo" y 12°C + P.V.C, pero aparecieron manchas negras, siendo esto la causa de la eliminación a la quinta semana del tratamiento 12°C + P.V.C. En el Cuadro 4 se puede apreciar que más del 70% de la fruta almacenada con los tratamientos 6°C sin empaque y 6°C con "Nu Coat Flo" presentó ablandamiento o flacidez. Los tratamientos 12°C sin empaque, 12°C con "Nu Coat Flo", 6°C sin empaque y 6°C con "Nu Coat Flo" tuvieron un sabor insípido, probablemente debido a que estas frutas fueron cosechadas al día siguiente de una lluvia lo que pudo provocar una baja en los azúcares, aunque el contenido de azúcar reportado por FHIA que pasó los 16 °Brix, va de acorde con el estudio del CIAT (1995). Quizás no se afectaron los °Brix con el almacenamiento pero sí podría haberse afectado el porcentaje de ácido de la fruta lo cual crearía un desbalance en la relación °Brix/acidez cambiando su sabor.

El daño por frío en este ensayo se presentó de igual manera que en el primer ensayo para los tratamientos 6°C sin empaque, 6°C con "Nu Coat Flo" y 6°C + P.V.C., no así para los tratamientos 12°C sin empaque, 12°C con "Nu Coat Flo" y 12°C + P.V.C, ya que en estos tratamientos el daño por frío se presentó cuando la fruta se puso en un ambiente más cálido, lo que hace pensar que se debió a una baja en la temperatura del cuarto frío ya que el experimento no se hizo en una cámara experimental sino en un cuarto comercial el cual está sujeto a mucha variación de temperatura y donde en la noche ésta puede bajar a 10 °C. Esto se respalda en los datos obtenidos por FHIA donde a 13 °C no hubo daño por frío.

adro 3. Pérdida de peso semanal y escala de conservación (E.C) en el segundo ensayo de almacenamiento achachainú usando nueve tratamientos comerciales, El Zamorano - Honduras 1999 \*.

Tratamientos	Semanas									
	1		2		3		4		5	
	Peso	E.C	peso	E.C	Peso	E.C	Peso	E.C	Peso	E.C
12°C+PVC	303.70 a	5	303.23 a	5	302.53 a	5	301.93 a	5	301.93 a	5
AMBIENTE+PVC	284.40 ab	5	281.20 ab	5	277.97 abc	4.5	267.47 bc	3.5	264.10 bc	3.5
6°C+PVC	283.23 ab	5	282.67 ab	5	282.00 ab	5	280.23 ab	5	280.23 ab	5
6°C+NCF	269.23 bc	5	266.43 bc	5	264.07 bcd	4.5	260.83 bc	4.5	257.50 bc	4
12°C+NCF	288.77 bc	5	285.73 bc	5	284.10 bcd	5	281.30 bc	4.5	258.90 bc	4.5
6°C+SE	263.37 bc	5	260.83 bc	5	258.50 bode	4.5	255.13 bc	4.5	235.30 cde	2.5
AMBIENTE+NCF	256.50 bc	5	244.67 c	4	235.90 de	3	220.67 de	2	216.87 de	2
12°C+SE	251.83 bc	5	249.93 bc	5	248.07 cde	5	245.23 cd	4.5	243.37 cd	4.5
AMBIENTE+SE	248.77 c	5	237.67 c	4	228.90 e	3	214.50 e	2	212.13 e	2

Tratamientos seguidos con letras diferentes son significativamente diferentes  $P < 0.05$ .

E.C: 1= menor conservación, 5=mayor conservación

Tratamientos: SE=sin empaque, NCF= Nu Coat Flo

Cuadro 4. Resultados organolépticos del segundo ensayo de almacenamiento de achachairú, El Zamorano - Honduras 1999.

Tratamientos	Semanas																								
	1					2					3					4					5				
	%					%					%					%					%				
	A	N	B	C	S	A	N	B	C	S	A	N	B	C	S	A	N	B	C	S	A	N	B	C	S
<b>Al ambiente</b>																									
Sin empaque	60	0	53	20		100	0	100	0	N															
Con "Nu Coat Flo"	80	20	13	0		80	20	100	0	A															
Con película P.V.C	20	7	0	73		27	27	0	67		67	13	0	27	N										
<b>A 12 °C</b>																									
Sin empaque	27	0	0	73		27	0	0	73		27	0	0	73	I										
Con "Nu Coat Flo"	13	0	0	87		40	0	0	60		53	13	0	47	I										
Con película P.V.C	0	13	0	87		0	13	0	87		0	13	0	87		0	27	0	73	N	0	73	0	27	N
<b>A 6 °C</b>																									
Sin empaque	7	20	7	80		13	27	73	0	I															
Con "Nu Coat Flo"	0	33	0	67		13	7	100	0	I															
Con película P.V.C	0	0	0	100		0	0	0	100		0	40	0	60											

A= arrugado,

N= Negro

B= Blandos

C= Comercial

 S= Sabor {
 

- N= Normal
- A= Avinagrado
- I= Insípido

### 4.3 PROPAGACION SEXUAL

#### 4.3.1 Efecto del ácido giberélico en la germinación

No se encontró diferencia estadísticamente significativa, entre los tratamientos: 10,000 ppm de A.G, 1,000 ppm de A.G, 100 ppm de A.G, 10 ppm de A.G, 0 ppm de A.G.

Se probaron ocho tratamientos, de los cuales cuatro eran concentraciones de ácido giberélico (A.G) que iban desde 10 a 10,000 ppm excediendo ésta última, las dosis más comunes, en que no se tiene que usar una solución amortiguadora, que van de 200 a 1,000 ppm (Hartmann y Kester, 1988). Según Rojas y Ramírez (1993), el AG es la hormona que está en deficiencia en la mayoría de semillas con letargo, no así en otras semillas como las del café que son estimuladas con auxinas. Muchas semillas aun sin estar en dormancia responden al A.G, pues este las estimula a una mayor actividad metabólica, mientras que otras casi no responden. El A.G. pudo afectar la velocidad de la semilla para germinar y el periodo de germinación en este estudio, que fue de 2½ y 3½ meses respectivamente, lo que difiere de los datos del CIAT (1995) que menciona que al achachairú le toma 30-40 días comenzar a germinar y que esto se prolonga hasta los 6 a 8 meses. Hay que tomar en cuenta que estos datos son en las condiciones de Santa Cruz - Bolivia, donde la época de fructificación y por lo tanto de propagación es primavera - verano, o sea, la época más caliente del año. Puede ser que el haber expuesto las semillas a las condiciones de El Zamorano haya retrasado el inicio de la germinación, como también que el A.G. concentró la germinación en 2 meses contrario a los 6 a 8 meses que dura en Santa Cruz.

Los cuatro tratamientos restantes se diferenciaban por la presencia o no de pulpa y por la forma en la que ésta se removió de las semillas, en ninguno de los casos se vio

Cuadro 5. Efecto del ácido giberélico en la germinación y alargamiento de los entrenudos del achachairú, El Zamorano - Honduras 1999.\*

Tratamiento	Germinación (%)	Altura total (cm)	# de nudos
0 ppm de A.G	90.66 a	17.68 a	3.54
1,000ppm de A.G	90.33 a	18.94 a	3.19
100 ppm de A.G	90.33 a	17.85 a	3.21
Lavada húmeda sin orear	90.33 a	16.50 a	3.00
10 ppm de A.G	85.66 a	18.38 a	3.47
Lavada oreada en sombra	85.66 a	17.22 a	3.45
Sin lavar, DCP	85.66 a	15.32 a	2.78
10,000 ppm de A.G	81.00 a	16.00 a	2.99

\* Tratamientos seguidos con letras diferentes son significativamente diferentes  $P < 0.05$ .

DCP= Después de Consumida la Pulpa

diferencia significativa entre ellas, lo cual contradice a Villagómez (1990), quien enfatiza que las semillas sin lavar ni secar, germinan más rápido que las secadas a la sombra o intercaladamente unas horas al sol y otras a la sombra. Independientemente del experimento anterior, se sembraron 150 semillas para ver el efecto de la radiación solar directa en la germinación, de todas las semillas germinaron ocho, lo que apoya la experiencia de un agricultor, reportada por Villagómez (1990), en la que sembró 50 semillas secadas al sol de las que sólo germinaron 10. Esto es normal en la mayoría de semillas carnosas, en las que el sol directo causa daños irreversibles.

#### 4.3.2 Efecto de la temperatura de almacenamiento del fruto en la germinación

Con un nivel de significación ( $P < 0.05$ ) se encontró que el tratamiento al medio ambiente sin lavar después de consumida la pulpa fue el mejor de los 4 tratamientos (Cuadro 6). Esto concuerda con Villagómez (1990), que menciona que semillas sembradas con restos de pulpa no son atacadas por hormigas y germinan más rápido. Aunque fue el mejor de todos los tratamientos tuvo un bajo porcentaje de germinación (45 %); este resultado es contrario al mismo tratamiento en el experimento para ver el efecto del A.G. en la velocidad de la germinación, que tuvo 85% de germinación en promedio, aunque no se encontró diferencia estadísticamente significativa  $P \leq 0.05$  entre: lavar y orear la semilla, lavar sin orear dejándola húmeda en bolsa plástica y no lavar después de consumir la pulpa.

La semilla de los frutos guardados al medio ambiente, lavada y oreada, fue estadísticamente igual a la de frutos almacenados a 12°C, ambas con un porcentaje de germinación que no superó el 40%, lo que puede deberse al largo tiempo que la semilla quedó dentro de los frutos hasta que estos se empezaron a descomponer. Estos dos tratamientos fueron superiores, al de semilla de frutos mantenidos a 6°C y luego sembrada, que tuvo sólo 14 % de germinación, esto se pudo deber a la muerte del embrión por efecto de la baja temperatura, ya que el achachairú proviene de regiones tropicales o subtropicales cálidas, por tanto, la exposición de sus semillas a temperaturas menores a 10°C pudo matar el embrión o dañar el eje embrionario o producir una plántula anormal en caso que germinase la semilla (Hartmann y Kester, 1988), lo cual no sucedió en el achachairú. Esto corresponde al llamado daño por frío que ocurre en frutos y otros órganos de plantas del trópico.

#### 4.3.3 Efecto del ácido giberélico en el alargamiento de los entrenudos

El análisis de varianza de la altura al primer par de hojas no fue significativo, por lo que no se realizó la separación de medias. En el análisis de la altura total no hay diferencia significativa entre los tratamientos: 10,000 ppm de A.G, 1,000 ppm de A.G, 100 ppm de A.G, 10 ppm de A.G, 0 ppm de A.G, como se ve en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Efecto de la temperatura de almacenamiento de los frutos en la germinación de la semilla de achachairú, El Zamorano – Honduras 1999.

Tratamiento	Germinación (%)
AJ ambiente	
-Sin lavar, DCP	45.46 a
-Lavada	39.23 b
A 12 °C	34.63 b
A 6 °C	14.54 c

Separación de medias. Duncan < 0,05 Datos con una letra en común en la misma columna no se diferencian estadísticamente.

DCP= Después de Consumida la Pulpa

## 4.4 PROPAGACION ASEXUAL

### 4.4.1 Acodos aéreos

Este ensayo no tuvo resultados satisfactorios, ya que en ninguno de los tratamientos se presentó enraizamiento, sólo callo lo cual no se puede tomar como un indicativo que va a enraizar. La dificultad de propagar esta especie puede deberse a la cantidad de resina que exuda al hacerse una herida, que podría estar bloqueando el brotamiento de las raíces, como lo hizo con el prendimiento de injertos realizados por el CIAT en 1995. Hay muchas plantas de difícil propagación que les toma hasta 8 meses enraizar, por ésta razón los acodos hechos en este estudio van a ser revisados posteriormente. Pero hasta los 6 meses de su realización no habían enraizado.

### 4.4.2 Estacas terminales con hojas

Ninguno de los tratamientos tuvo resultados, puesto que no se presentó enraizamiento a los 3 meses, aunque las estacas se encontraban verdes, turgentes, sin presencia de hongos y con poco callo, incluso las estacas con heridas.

Se montaron placas de microscopio para determinar la posible razón de la ausencia de enraizamiento, y se determinó, aunque no claramente, que el achachairú no tiene anillo de esclerenquima continuo, pero sí uno discontinuo. Las placas hechas de estacas con herida mostraron que la herida fue muy superficial ya que el parénquima cicatrizó recubriendo todo el cambium siendo esta la posible razón de la ausencia del brotamiento de raíces adventicias. Hay especies como la jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*), cuyas estacas demoran 4 meses en enraizar, por ello el ensayo permanecerá montado para que las estacas sean revisadas posteriormente. Las estacas al momento de su última revisión tenían 3 meses de hechas y parecía que podían enraizar posteriormente, por lo que serán revisadas a fin de año.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 FISILOGIA POSCOSECHA

El achachairú al no ser climatérico tiene que ser cosechado lo más maduro posible. Los porcentajes de pulpa, cáscara y semilla no varían durante el almacenamiento, no así la firmeza del fruto que decreció en la primera semana.

Como producto del deterioro de la fruta se observó un ennegrecimiento de la cáscara, la pulpa presentó rayos y manchas de color café. En esta etapa de la investigación no se puede aseverar que esos síntomas no se deban a hongos y/o bacterias, atribuyéndolo mas bien a un desorden fisiológico. Para determinar a que se deben esos síntomas sería aconsejable llevar muestras de fruta dañada a un laboratorio, de igual manera probar si esos síntomas disminuyen con la aplicación de un germicida o fungicida. También se debería medir la cantidad de oxígeno consumido, con el objeto de calcular el índice de respiración, para determinar cual es el compuesto (carbohidratos, lípidos, taninos, etc.) que se consume durante almacenaje.

### 5.2 CONSERVACION DE LA FRUTA

La mejor manera de conservar la fruta en este ensayo fue a 12°C + P.V.C. lo que permitió mantenerla por un período de por lo menos 3 semanas. Este tratamiento evitó efectivamente su ablandamiento y arrugamiento, y guardó mejor las características propias de ésta.

En estudios posteriores se debería probar cubrir la fruta con cobertor y película P.V.C. a la vez, para bajar al máximo posible la pérdida de humedad. También sería interesante evaluar el uso de algún fungicida o germicida, para ver si reduce en algo el ennegrecimiento, que se cree es un desorden fisiológico. Sería recomendable también evaluar distintos modos de preenfriado y determinar la temperatura para realizar esta práctica y medir cuanto tiempo aumenta la vida de almacén con el preenfriado.

## 5.3 PROPAGACION SEXUAL

### 5.3.1 Efecto del ácido giberélico en la velocidad de germinación

El ácido giberélico no aceleró la germinación, pero la concentró en un periodo de solamente 2 meses.

Se debería realizar un nuevo experimento para confirmarlo y sería adecuado usar una solución amortiguadora si se usa dosis mayores a 1,000 ppm, de igual manera se debería probar otros reguladores como auxinas o cinetinas.

### 5.3.2 Efecto de la temperatura de almacenamiento del fruto en la germinación

Exponer las semillas de achachairú a 6°C o menos mató el embrión. En esta etapa de la investigación no se puede decir que guardar la semilla bajo refrigeración es mejor que mantenerla al ambiente, para esto se debería realizar un experimento de almacenamiento de semillas que contemple mantener la humedad de éstas.

Para establecer una plantación es recomendable usar semilla recién sacada del fruto después de consumida la pulpa, ya que presenta un mayor porcentaje de germinación que las semillas de frutos almacenados.

### 5.3.3 Efecto del ácido giberélico en el alargamiento de los entrenudos

El las concentraciones usadas en este estudio el ácido giberélico no presentó efecto alguno sobre el alargamiento de los entrenudos.

Se debería realizar otro ensayo con un mayor numero de repeticiones y con concentraciones intermedias a las ya usadas

## 5.4 PROPAGACION ASEXUAL

### 5.4.4.1 Acodos aéreos

El achachairú no enraizó por acodo aéreo hasta los seis meses y por ello el uso de A.I.B no pudo ser apreciado.

Sería recomendable probar otras hormonas y determinar si un raspaje del callo ayuda al enraizamiento.

#### 5.4.4.2 Estacas terminales con hojas

Las estacas no produjeron raíces adventicias a los tres meses, aunque se les aplicó A.I.B, se les hizo heridas o se combinaron los dos métodos.

Sería muy productivo realizar otro estudio más prolongado y con mejor material vegetativo, para probar otras hormonas y combinarlas con heridas profundas en la base de la estaca.

Seguido a este estudio y con el fin de acortar la etapa juvenil sería aconsejable el desarrollo de un protocolo de propagación *in vitro* para ésta especie.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- CIAT. 1995. El cultivo de achachairú. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 57 p.
- DAVIDSE, G; D'ARCY, W.G; DWYER, J.D; GOLDBLATT, P. 1980. *Rheedia*. Annals of the Missouri Botanical Garden, St. Louis, Mo. EE.UU 67(4): 1014 -- 1016.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. 1988. Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristería y viveros. Trad. del inglés por Fernando Durán Ayaneguí. San José, C.R. IICA. P.7-35.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. 1988. Propagación de plantas; principios y prácticas. Trad. del inglés por Antonio Marino Ambrosio. 2 ed. México, CECSA. 760 p.
- HERRERO, A.; GUARDIA, J. 1991. Conservación de frutos; manual técnico. Madrid, España, Mundi-Prensa. 409 p.
- KADER, A.A. 1992. Postharvest biology and technology; an overview. In Postharvest technology of horticulture crops. Ed. by A.A. Kader. Oakland, Calif., EE.UU. University of California Publications. 296 p.
- KILLEEN, T.R; GARCÍA, E.E; BECK, S.G. 1993. Guía de árboles de Bolivia. La Paz, Bolivia, Quipus. p. 346 - 347.
- MEDLICOTT, A.; SALGADO, T.; AGUILAR, H. 1993. Los beneficios y el uso de la tecnología de poscosecha. En frutas y vegetales. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Honduras. p.rr.
- ROJAS - GARCIDUEÑAS, M.; RAMÍREZ, H. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas. 2 ed. México, LIMUSA. 263 p.
- SURFACE SYSTEMS INTERNATIONAL LTD. 1993. Sucrose ester based fruit coatings. Oxfordshire, England.
- VÁSQUEZ, CH. R.; COIMBRA, S. G. 1996. Frutas silvestres comestibles de Santa Cruz. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Imprenta Landivar. p.104 - 106.

VILLAGÓMEZ, A. 1990. Estudio preliminar de la diversidad morfológica, distribución, producción y comercialización del achachairú (*Rheedia* spp.) en Santa Cruz. Tesis Ing. Agr. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. 86 p.

YAHIA, M.; HIGUERA, I. 1992. Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. México, LIMUSA. p. 27-37.