

Polinización Manual en el Cultivo de Ma-
racuya Amarillo (Passiflora edulis var
flavicarpa) en el Valle del Yeguaré,
Honduras

MICROFICHE:	4582
FECHA:	7/7/92
ENCARGADO:	Vergel Robles

P O R

Oswaldo Arturo Sierra López

T E S I S

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras

Abril, 1990

BIBLIOTECA WILSON POPENDE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 53
TEGUCIGALPA HONDURAS

POLINIZACION MANUAL CRUZADA EN EL CULTIVO DE MARACUYA AMARILLO
(Passiflora edulis var flavicarpa) EN EL VALLE DEL
YEGUARE, HONDURAS

Por:

OSWALDO ARTURO SIERRA LOPEZ

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesario. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.

Oswaldo Arturo Sierra López

INDICE GENERAL

Titulo	i
Derechos de Autor	ii
Indice General	iii
Lista de Cuadros	iv
Resumen	v
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
III. MATERIALES Y METODOS	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	14
V. CONCLUSIONES	26
VI. RECOMENDACIONES	27
VII. LITERATURA CITADA	28
VIII. APENDICES	29
IX. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR	30
HOJA DE FIRMAS DEL COMITE	31

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1. Resultado de diversos tratamientos de polinización sobre el cuajado de frutos de maracuyá. ... 15
- Cuadro 2. Efecto de diversos tratamientos de polinización sobre el peso promedio a madurez de frutos de maracuyá. ... 18
- Cuadro 3. Efecto de diversos tratamientos de polinización sobre el peso y porcentaje promedio del jugo y número de semillas de maracuyá. ... 20
- Cuadro 4. Correlaciones entre las variables obtenidas. ... 22
- Cuadro 5. Análisis Económico Comparativo de una hectárea de maracuyá, el primer año, sin y con polinización manual, en Lempiras. ... 24

RESUMEN

El Maracuyá amarillo (Passiflora edulis var flavicarpa) presenta bajos rendimientos debido en gran parte a fallas en polinización. En este trabajo se usó polinización manual como una alternativa para aumentar producción. Se usaron 5 tratamientos: Testigo (polinización natural), Polinización manual cruzada (13:00 p.m.), Polinización manual cruzada (16:00 p.m.), Polinización manual cruzada protegida y Autorpolinización. En el cuajado de frutos no hubo diferencia significativa entre tratamientos con excepción de la autopolinización donde se obtuvo 0% de cuajado. El peso promedio de los frutos de polinización manual aumentó 27.43% en relación al peso obtenido con polinización natural. El porcentaje de jugo y número de semillas se incrementó con la polinización manual en 11.25 y 10% respectivamente, lo que resultó en un mayor rendimiento de jugo por fruto de 57% .

La polinización manual cruzada adicional en la plantación de la Escuela Agrícola Panamericana puede significar un incremento en la rentabilidad anual de los capitales de un 6.4% .

I. INTRODUCCION

El género Passiflora posee cerca de 400 especies que son usadas a través del mundo como plantas ornamentales y alimenticias.

La especie más importante de este género: Passiflora edulis var flavicarpa, conocido con los nombres de Maracuyá amarillo o Passionfruit en inglés, es el resultado de una mutación ocurrida probablemente en Australia del Maracuyá morado (Passiflora edulis), originario de la amazonia brasileña.

Esta fruta por las cualidades gustativas y alimenticias de su jugo, cáscara y semilla es cultivada en diversos países de clima tropical y subtropical, siendo Brasil su principal productor. El consumo e industrialización de esta fruta es cada día mayor por lo cual es importante incrementar las cosechas y tecnificar el cultivo.

La planta de maracuyá es autoestéril y muchas veces autoincompatible entre líneas, por lo que su polinización es en alto porcentaje cruzada y realizada por insectos (entomófila), entre ellos el más importante es Xilocopa sp.

Uno de los mayores problemas que presenta el cultivo es la obtención de un número satisfactorio de frutos, debido en parte, a que en muchas zonas no se encuentran establecidos los insectos polinizadores, su número es insuficiente o su trabajo resulta ineficiente, lo que se traduce en una reducción en el potencial de producción.

Frente a este problema se trató de probar las diferencias entre la polinización natural realizada por insectos y la polinización manual, además de probar si resulta económica esta práctica en el manejo del maracuyá amarillo.

II. REVISION DE LITERATURA

El Maracuyá amarillo (Passiflora edulis var flavicarpa) es una vigorosa planta trepadora perenne que produce un fruto comestible de forma redonda u ovalada con muchas semillas pequeñas en su interior.

El Maracuyá amarillo es probablemente una mutación ocurrida en Australia del maracuyá morado (Passiflora edulis) (Akamine y Girolami, 1957). Se diferencia de éste por tener un fruto más grande, de 5.1 a 6.3 cm de diámetro, un jugo más ácido, un color amarillo profundo cuando madura, además de crecer en diferentes zonas climáticas (McGregor, 1976).

De acuerdo con Gouveia (1987), el cultivo es propio de tierras bajas de los trópicos, entre 0 y 1,200 m sobre el nivel del mar, se desarrolla bien a temperaturas elevadas que oscilan entre 23 y 30 °C con baja humedad relativa. Es muy susceptible a vientos fríos y heladas.

Según McGregor (1976) la propagación de esta especie se realiza generalmente por semilla y se trasplanta luego de 3 a 4 meses cuando la planta alcanza una altura de 0.30 m. Esto trae una gran variabilidad genética dentro de una plantación. Ninguna información existe acerca de la calidad de la semilla

en relación a la polinización cruzada entre líneas, lo que podría influenciar productividad y calidad.

El maracuyá amarillo posee una flor completa, fragante y atractiva, que nace solitaria en las axilas de las hojas de crecimientos nuevos, de 5.1 a 7.6 cm de diámetro, posee tres brácteas, cinco sépalos oblongos de color verde y blanco, cinco pétalos blancos, una corona filamentosa de color blanco y morado, cinco fuertes filamentos terminados en grandes anteras, un estilo trifurcado cada uno con un estigma, en cuya base se encuentra el ovario simple con miles de óvulos que cuando son fertilizados forman las pequeñas semillas del fruto (Gouveia, 1987).

Uno de los mayores problemas del maracuyá es obtener un número satisfactorio de frutos. Este problema está relacionado con algunas características que posee la planta:

1. Las flores del Maracuyá amarillo son autoestériles y muchas plantas son autoincompatibles (Akamine y Girolami, 1957).
2. La polinización, es exclusivamente entomófila. Los principales agentes polinizadores son: la abeja carpintera (Xylocopa sp) y la abeja común (Apis mellifera) (Nishida, 1954). El Xylocopa es sin

duda mejor agente polinizador, por su tamaño y su comportamiento más activo, que la abeja común. Este busca el néctar de la flor que es secretado en la base del pistilo (Akamine y Girolami, 1958); aquí el insecto roza el estigma con su lomo dejando el polen de otras flores, realizando de esta manera la polinización. Desafortunadamente este insecto en muchos lugares no existe, es escaso o su trabajo es ineficiente. Las abejas son fáciles de establecer pero presentan preferencias hacia flores más atractivas. Además, por su tamaño en relación a la distancia de los estigmas con su cuerpo, hace un trabajo poco satisfactorio. Varias especies de dipteros visitan las flores del maracuyá pero por su tamaño y actividad son agentes poco eficientes en la transferencia de polen entre plantas, al igual que la abeja común (Akamine y Girolomani, 1958).

3. El polen madura antes que el estigma sea receptivo, fenómeno conocido como protandria (Pope, 1935).
4. La planta presenta cleistogamia, es decir el polen es soltado antes que la flor abra (Nishida, 1958).
5. El polen no es llevado por el viento debido a su peso, tamaño y consistencia pegajosa.

Las características mencionadas, en especial la autoesterilidad y la falta de insectos polinizadores, son causas de fallas en la polinización y por consiguiente bajos rendimientos. Ante este problema se ha usado en algunos lugares la polinización manual cruzada, que trataremos de probar si es recomendable o no en el Valle del Yeguaré.

El comportamiento de las flores en el Zamorano es similar a las observaciones hechas por Akamine y Girolomani (1958) en Hawaii, éstas abren desde las 11:30 a.m. hasta la 13:00 p.m., y cierran al final del día. El estilo está en posición vertical cuando las flores abren pero luego los estigmas hacen una curvatura hasta el nivel de las anteras alrededor de las 16:00 p.m. Cerca de una hora antes que cierre la flor, los estigmas vuelven a su posición vertical. McGregor (1976) dice que el tiempo más adecuado para la polinización es después que el estilo se ha curvado. En este tiempo los estigmas están en la posición más adecuada para que los insectos polinizadores toquen éstos y puedan coleccionar polen que llevarán de flor en flor. Además, el estigma presenta un fluido que asegura la adhesión de los granos de polen al estigma, y de esta forma el tubo polínico pueda empezar su crecimiento. Desde el punto de vista de vista de polinización entomófila McGregor tiene razón, pero cuando se habla de polinización manual que es lo que atañe a este trabajo, no se ha determinado cual es la posición del estilo cuando éste

presenta mayor receptividad. En el comportamiento del estilo se basaron algunos tratamientos de este trabajo, es decir se realizaron polinizaciones manuales cruzadas con el estilo erecto y otras con éste curvado para determinar la hora más adecuada para realizar esta operación.

Algunas flores pueden mantener el estilo erecto desde que abren hasta que cierran, éstas presentan problemas de polinización. En primer lugar la gran distancia entre los estigmas y las anteras hace imposible la polinización entomófila, además se ha demostrado por polinizaciones manuales que estas flores caen y no forman frutos, en todo caso su polen es viable. Para fines prácticos del trabajo, plantas que presentaban alto porcentaje de este tipo de flores fueron excluidas como femeninas.

El estigma sólo se encuentra receptivo el día que la flor abre. El polen puede mantenerse viable por lo menos un día refrigerándolo a 7 °C, en todo caso en condiciones naturales la viabilidad no se extiende más de 24 horas.

Akamine y Girolami (1958) encontraron una pobre producción en áreas de lluvias frecuentes. Esto tiene su base en que el estigma debe pasar por lo menos dos horas seco luego de la fecundación, ya que se cree que hay sustancias necesarias para la germinación del polen en el estigma que con

el agua pueden ser lavadas, además que el grano de polen explota a alta humedad por un incremento en la presión osmótica que no resisten ni la pared, ni el contenido celular. Además hay que anotar que, cuando hay lluvias, hay una reducción en la actividad de los insectos polinizadores. Tomando esto en consideración no se llevaron a cabo polinizaciones en días de mucha lluvia o alta humedad relativa.

Se ha demostrado que el grado de polinización puede tener algún efecto en el desarrollo del fruto (Akamine y Girolami, 1958). Esto fue investigado con la aplicación de diferentes cantidades de polen. Estudios exploratorios hechos por Akamine y Girolami (1958) indican que el número mínimo de granos de polen requeridos para la formación del fruto es 190. El óvulo fertilizado desarrolla la semilla y alrededor de ésta, el arilo que contiene el jugo. Gilmartin (1958) encontró que frutos con 50% o menos de sus óvulos fecundados eran frutos de poco peso y pobre tamaño. Estos frutos no son muy frecuentes y aparecen en un rango de 0-6%. Un fruto normal en promedio posee de 250 a 350 semillas.

El ovario hace un crecimiento significativo un día después que la flor abre, aunque no haya sido polinizada. El crecimiento en largo y ancho del ovario es muy rápido desde 11 días después de la polinización hasta el día 18 cuando el

tamaño máximo es alcanzado. El período de polinización a madurez varía de 61 a 80 días (Gouveia 1987).

Aparentemente, los frutos partenocárpicos no son comunes. Entre los potenciales inductores químicos se encuentran: ácido naftalenoacético (A.N.A.), 2-4 diclorofenoacético (2-4-D) y ácido indoleacético (A.I.A.). Hasta ahora han sido probados sin éxito (Akamine y Girolami 1958).

III. MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo desde el 15 de agosto de 1989 hasta finales del mes de noviembre del mismo año, en la Escuela Agrícola Panamericana ubicada en el Valle del Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 14°00' latitud norte y 87°02' longitud oeste y a una altitud de 800 metros sobre el nivel del mar.

El experimento se efectuó en una plantación de siete meses de edad, es decir se trabajó con la primera floración abundante que presentó ésta. Las plantas fueron conducidas en espalderas verticales de 2.00 m de altura con dos hileras de alambre, sobre un suelo de textura franco arcillosa y un pH de 5.5. Las prácticas de fertilización, riegos, combate de plagas y malezas, y otros, fueron llevadas a cabo de acuerdo a las necesidades del cultivo.

Las condiciones climáticas fueron favorables para la plantación. Durante el tiempo de experimentación se registró una temperatura promedio de agosto a noviembre de 23.8°C con variaciones de $\pm 1^\circ\text{C}$ entre los promedios mensuales. En lo que respecta a los niveles de precipitación estuvieron bien distribuidos, a excepción del mes de septiembre en el cual se

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TERRUCIALPA HONDURAS

obtuvo 360 mm de agua por lluvias. En este mes hubo que eliminar algunas repeticiones y se detuvo el trabajo.

El experimento se condujo bajo las condiciones del diseño Bloques Completamente al Azar con cinco tratamientos aleatorizados en cuatro bloques o repeticiones. La unidad experimental consistió de seis plantas, lo que multiplicado por bloques y tratamientos da un total de 120.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Testigo.
2. Polinización manual cruzada (13:00 p.m.). En este momento los estigmas de la flor se encontraban erectos.
3. Polinización manual cruzada (16:00 p.m.). En este momento los estigmas de la flor se encontraban curvados.
4. Polinización manual protegida.
5. Autopolinización.

Todas las polinizaciones manuales cruzadas se realizaron con guantes que tenían vellosidades que permitían la adherencia del polen y luego su transferencia al estigma, teniendo la precaución de no tomar polen de la misma planta por el alto porcentaje de autoincompatibilidad que presenta el cultivo. Esta labor se hizo con mucho cuidado para no dañar la flor, en especial los estigmas.

En los tratamientos de polinización manual protegida y autopolinización se usaron bolsas impermeables para cubrir las flores luego de ser polinizadas. En el primer caso para ver el efecto aislado de la polinización manual excluida de la labor de los insectos y en el segundo caso para ver el porcentaje de autocompatibilidad de las plantas. En el testigo no se manipularon las flores para observar el trabajo de los insectos en la polinización.

Los datos que se tomaron fueron:

1. Porcentaje de cuajado de frutos.
2. Peso del fruto fresco en gramos.
3. Peso de la pulpa en gramos.
4. Peso de la cáscara en gramos.
5. Peso del jugo en gramos.
6. Número de semillas por fruto.

El porcentaje de cuajado de frutos se tomaba luego de 10 días de efectuada la polinización cuando ya se podía observar un crecimiento significativo del fruto.

Los frutos se cosecharon maduros recogiendo los del suelo y para evitar pérdidas se los marcó. Luego se pesaban, se cortaban por la mitad y se contaba el número de semillas, después se pasaba la pulpa y la cascara por fruto. El jugo se extrajo sometiendo las semillas a presión sobre un cedazo y después se pasaba a un volumen de agua concida a 60°C para extraer por diferencia el jugo remanente.

Los datos anteriormente mencionados fueron analizados en el programa de computación MSTAT, con el cual se realizaron análisis de varianza, separación de medias por el método Duncan al 1 y 5% de significación y operaciones de correlación entre las variables.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 muestra que no hubo una diferencia muy marcada entre los tratamientos en lo que se refiere a porcentaje de cuajado de frutos, con excepción del tratamiento 5, el cual presentó un 0% de cuajado. Lo anterior corrobora lo dicho por Akamine y Girolami (1958), es decir que el cultivo presenta un alto porcentaje de autoincompatibilidad. Los resultados indican que en esta plantación sólo se obtienen frutos por polinización cruzada y que la labor de los insectos es indispensable para este propósito. Hay que anotar que el máximo porcentaje de frutos cuajados, obtenidos dentro de las repeticiones fue de 75%, aunque en algunos experimentos de este tipo se ha llegado a encontrar 100% . En un estudio similar realizado en Hawaii por Nishida (1958), se indica que el potencial máximo de cuajado difiere entre localidades y plantaciones; esto se puede explicar con los siguientes argumentos:

1. El cultivo además de presentar autoincompatibilidad, posee cierto porcentaje de incompatibilidad entre líneas y ya que la mayor parte de las plantaciones se establecen por semilla, no se puede conocer la identidad genética de las plantas obtenidas.

CUADRO 1. Resultado de diversos tratamientos de polinización sobre el cuajado de frutos de maracuyá. El Zamorano, 1989.

No	Tratamientos	Número de flores polinizadas	Número de frutos obtenidos	Porcentaje de frutos obtenidos	
1	Testigo (polinización natural)	125	55.7	44.6	A'
2	Polinización manual cruzada (13:00 p.m.)	125	66.9	53.5	A
3	Polinización manual cruzada (16:00 p.m.)	125	73.2	58.6	A
4	Polinización manual cruzada protegida	125	69.1	55.3	A
5	Autopolinización	125	0.0	0.0	B

' Un cambio en las letras indica diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos a un nivel de 1%.

2. Durante el experimento se observó aborto de flores, que puede deberse a factores que no están relacionados con una falla en la polinización, sino a condiciones climáticas de temperatura y humedad adversas, como lo exponen Knight y Winters (1963).
3. La edad de la plantación, primer año en este caso, cuando aún la planta no llega al pico de su desarrollo y producción.

En los siguientes resultados no se incluirá el Tratamiento 5, por no haberse obtenido frutos de este.

En los tratamientos del 1 al 4, al analizar la variable porcentaje de cuajado de frutos, no se encontró una diferencia significativa al hacer la prueba Duncan al 1 y 5% de significación (Cuadro 1). El tratamiento 1 (testigo), en el cual sólo hubo intervención de los insectos, fue estadísticamente igual a las polinizaciones manuales, tanto protegidas como no protegidas. Por lo tanto el número de insectos dentro de la plantación y la labor que realizaron, en lo que se refiere a las visitas a las flores, fue satisfactoria. Los tratamientos 2 y 3 que fueron realizados a diferentes horas son iguales, lo que muestra que la hora en que se realizaron las polinizaciones no tuvo ningún efecto sobre el porcentaje de frutos cuajados, este resultado no guarda relación con lo

expuesto por McGregor (1976) que dice que cuando los estigmas están curvados presentan un fluido que asegura la adhesión de los granos de polen y por lo tanto una mayor probabilidad de que los óvulos sean fertilizados. Este fluido, o no existio, o su presencia o ausencia no tiene influencia en el cuajado. De lo anterior se concluye que el trabajo de polinizaciones manuales dentro de la plantación se puede realizar desde las 13:00 hasta las 16:00 p.m. sin presentarse diferencias marcadas en porcentaje de frutos cuajados.

En lo que se refiere a la variable peso promedio de los frutos, se pudo encontrar diferencias entre los tratamientos efectuados (Cuadro 2). Esta diferencia es grande entre los tratamientos de polinización manual (2,3 y 4) y el testigo. El tratamiento 1 es inferior al tratamiento 3, en 20.0 g, lo que significa un incremento de 27.43% en peso.

Al efectuarse la prueba estadística de separación de medias de los promedios de los pesos de los frutos (Cuadro 2), no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos de polinización manual (2,3 y 4), pero si una diferencia significativa en el peso por fruto entre los tratamientos de polinización manual y el testigo.

CUADRO 2. Efecto de diversos tratamientos de polinización sobre el peso promedio a madurez de frutos de maracuyá. El Zamorano, 1989.

No	Tratamientos	Peso promedio por fruto, en gramos	
1	Testigo (polinización natural)	72.92	B *
2	Polinización manual cruzada (13:00 p.m.)	89.80	A
3	Polinización manual cruzada (16:00 p.m.)	92.92	A
4	Polinización manual protegida	85.50	A

* Un cambio en las letras indica diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos a un nivel de 1%.

El resultado anterior indica que la cantidad de polen transportada por los insectos hacia los estigmas de la flor es menor que la de una polinización manual. A este respecto Akamine y Girolami (1958) en experimentos colocando distintas cantidades de polen en los estigmas, encontraron que la cantidad de polen depositado en éstos tiene correlación positiva con el desarrollo del fruto; por consiguiente en las polinizaciones manuales se obtuvieron frutos más pesados que con la polinización entomófila.

En lo referente al peso promedio del jugo de los frutos (Cuadro 3), otra vez se puede observar una diferencia entre las polinizaciones manuales y el testigo, presentado una mayor cantidad de jugo los frutos obtenidos por polinización manual, que al tener mayor peso por fruto presentaron un incremento en el peso de la pulpa y por consiguiente mayor cantidad de jugo. Cabe anotar que los frutos más pesados tenían un mayor peso de la cáscara, pero estos frutos tuvieron una relación de pulpa/cáscara de aproximadamente 1:1, que fue la misma que se observó en los frutos menos pesados del testigo. Al sacar porcentajes del jugo en relación al peso del fruto, se puede apreciar una diferencia de 11.25% entre el tratamiento 3 y el testigo. En este sentido se debería estudiar cual sería la forma más conveniente de comercialización, es decir por peso de la fruta o por el peso de su jugo, tomando en cuenta el costo de la polinización manual y el porcentaje de incremento

CUADRO 3. Efecto de diversos tratamientos de polinización sobre el peso y porcentaje promedio del jugo y número de semillas de maracuyá. Lambrano, 1987.

No	Tratamiento	Peso del jugo en g	Porcentaje de jugo	Número de semillas por fruto
1	Testigo (polinización natural)	19.10 B	26.19 B	269.50 B *
2	Polinización manual cruzada (13:00 p.m.)	33.25 A	37.13 A	296.25 A
3	Polinización manual cruzada (16:00 p.m.)	34.78 A	37.44 A	296.75 A
4	Polinización manual protegida	30.00 A	35.09 A	297.50 A

* Un cambio en las letras indica diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos a un nivel de 1%.

en el jugo o peso del fruto. El número de semillas del tratamiento testigo, fue menor en 10 % en relación a los demás tratamientos (Cuadro 3), y esta es una variable que tiene relación estrecha con la cantidad de jugo, puesto que alrededor de las semillas está el arilo que contiene a éste.

La polinización manual protegida se comportó de igual manera que las polinizaciones manuales no protegidas en todas las variables expuestas, lo que indica que la intervención del hombre en las polinizaciones sustituye y supera el trabajo de los insectos, ya que aumenta el peso del fruto y del jugo obtenidos.

Después de haber hecho los análisis de varianza y las separaciones de medias, se procedió a efectuar una prueba de correlación (Cuadro 4), con el propósito de ver el efecto de un aumento o disminución de un parámetro sobre otro. Todas las pruebas dieron una correlación positiva, o sea que, cuando aumentó un factor aumentó el otro y viceversa.

Uno de los puntos más relevantes de los resultados es que cuando aumentó el porcentaje de cuajado de frutos con polinización manual cruzada aumentó el peso por fruto. Esto puede tener explicación en que aún la plantación no llega a su pico de producción, por lo cual se puede observar una tendencia de linealidad en el incremento de peso de los

CUADRO 4. Correlaciones entre las variables obtenidas.
El Zamorano, 1989.

VARIABLES	COEFICIENTE DE CORRELACION
Porcentaje de cuajado de frutos y peso del fruto en g	+0.940 **
Porcentaje de cuajado de frutos y peso del jugo en g	+0.889 **
Porcentaje de cuajado de frutos y porcentaje de jugo	+0.933 **
Porcentaje de cuajado de frutos y número de semillas	+0.944 **
Peso del fruto en g y peso del jugo en g	+0.962 **
Peso del fruto en g y porcentaje de jugo	+0.972 **
Peso del fruto en g y número de semillas	+0.970 **
Peso del jugo en g y porcentaje de jugo	+0.946 **
Peso del jugo en g y número de semillas	+0.911 **
Porcentaje de jugo y número de semilla	+0.958 **

** Correlaciones altamente significativas

frutos, lo que podría ir disminuyendo a medida que se llegue al máximo potencial de producción de las plantas. También se puede observar una correlación altamente positiva entre el número de semillas y el peso del fruto y del jugo; más bien se podría decir que hay una alta correlación entre el número de granos de polen que darán mayor número de semillas, mayor número de arilos que contienen jugo, y por consiguiente, mayor peso del fruto.

Al hacer un análisis económico comparativo de la plantación sin y con polinización manual (Cuadro 5), se puede observar un incremento de la utilidad neta en 1,094 Lempiras, cuando se hace polinización manual. Esto asumiendo el trabajo adicional de un hombre por un período de tres meses, que es el tiempo aproximado de picos de floración. Lo anterior va acompañado por un aumento de producción de 1.1 t/ha al efectuarse un incremento de peso de los frutos de un 27.43% por polinización manual, tomando como base las 12 t/ha obtenidas sin polinización manual, en los nueve meses que produce cosechas el cultivo.

El aumento de utilidades por polinización manual da un incremento de 6.4% sobre la rentabilidad del capital invertido, lo cual debería ser tomado en cuenta antes de poner en uso esta práctica.

CUADRO 5. Análisis económico comparativo de una hectárea de maracuyá, el primer año, sin y con polinización manual, en Lempiras. Zamorano 1990.

	sin polinización	con polinización
<u>INGRESOS (Lps.)</u>		
1. Ventas *	18,480	20,174
<u>GASTOS (Lps.)</u>		
Variables		
Fertilizantes	300	300
Herbicidas	200	200
Insecticidas	100	100
Mano de obra	2,400	3,000 **
Depreciación		
Plantas ***	167	167
Postes ****	600	600
Alambre	125	125
Otros	50	50
Costo de oportunidad de la tierra	2,500	2,500
Administración	600	600
Total de gastos	7,042	7,642
UTILIDAD NETA	11,438	12,532
DIFERENCIA EN UTILIDAD NETA		<u>1094 Lps.</u>

Rentabilidad de los capitales = $\frac{11,438}{17,006} \times 100 = 67.3\%$
sin polinización manual

Rentabilidad de los capitales = $\frac{12,532}{17,006} \times 100 = 73.7\%$
con polinización manual

Diferencia de rentabilidad de los capitales = 6.4%

* Precio 1.54 L por Kg y producción 12 y 13.1 TM/ha, respectivamente.

** Una persona adicional tres meses, para polinización manual.

*** 1,333 plantas/ha a 0.5 Lps. cada una, depreciadas en cuatro años.

**** Diez años de vida útil.

***** Costo de instalación de la plantación.

Cabe anotar que en el experimento se eliminó dos repeticiones del tratamiento 2 (Polinización manual cruzada 13:00 p.m.) que posteriormente se volvieron a hacer, por encontrarse plantas con flores que mantenían los estigmas erectos todo el día. Lo anterior podría tomarse como una fuente de variación, pero si tomamos en cuenta que en el tratamiento 3 (Polinización manual cruzada 16:00 p.m.) sólo se polinizaban flores con los estigmas curvados, y además que en el testigo los insectos no pueden polinizar flores con estigmas erectos, hubiera sido un error no eliminar estas repeticiones.

V. CONCLUSIONES

1. En la plantación donde se realizó el experimento sólo se logró obtener frutos por polinización cruzada.
2. El mantener la población insectil dentro de la plantación es de vital importancia para la obtención de cosechas.
3. Las polinizaciones manuales, cuando sean requeridas, podrán hacerse entre las 13:00 p.m. y 16:00 p.m. sin haber diferencias en los rendimientos a distintas horas, lo que ofrece un período aceptable para realizar esta labor.
4. En las polinizaciones manuales se transporta mayor cantidad de polen comparado con la polinización entomófila, lo que se traduce en un aumento en peso del fruto y del jugo.
5. Por los resultados obtenidos se infiere que el número de granos de polen depositados sobre los estigmas tiene una correlación positiva con el peso, contenido de jugo y el número de semillas del fruto.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo observado en el presente trabajo se recomienda:

1. Evitar fumigaciones dentro de las horas de actividad de los insectos, es decir desde 12:00 m. hasta las 18:00 p.m.
2. Realizar polinizaciones manuales en las épocas de picos de floración, previo estudio económico que justifique el trabajo.
3. Realizar las polinizaciones manuales entre las 13:00 p.m. y las 16:00 p.m., evitando hacerlas en épocas de lluvia excesiva o alta humedad.
4. Hacer un análisis de cuál sería la forma más conveniente de comercialización del maracuyá amarillo en esta zona, es decir por el peso del fruto o del jugo, comparando los porcentajes de aumento expuestos en este experimento para estos parámetros, con los precios del mercado.

VII. LITERATURA CITADA

1. Akamine, E. K. and G. Girolami. 1957. Problems in fruit set in yellow Passion fruit. Hawaii Farm Sci. 5:3-5
2. Akamine, E. K. and G. Girolami. 1958. Pollination and fruit set in the yellow passionfruit. Hawaii Agr. Expt. Sta. Bulletin 59:44p.
3. Gilmartin, A. J. 1958. Postfertilization seed and ovary development in Passiflora edulis Sims. Trop. Agr. (Trinidad) 35:41-58.
4. Gouveia, J. E. 1987. El cultivo del Maracuyá. Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina. de García, S., Bogotá, Colombia. p. 79-83.
5. Knight, R. J. and H. F. Winters. 1963. Effects of selfing and crossing in the yellow passionfruit. Florida State Hort. Soc. p. 4-7.
6. McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U.S.D.A. Agriculture Handbook N.496 p.278-280.
7. Nishida, T. 1954. Entomological problems of the passion fruit. Hawaii Farm Sci 3(1):1,3,7.
8. Nishida, T. 1958. Pollination of the passion fruit in Hawaii. J. of Economic Entomology. 51(2):146-149.
9. Pope, W. T. 1935. The edible Passion fruit en Hawaii. Hawaii Agr. Expt. Sta. Bulletin 74:22pp.

VIII. APENDICES

Apéndice 1. Lista de las variables y datos obtenidos con los que se efectuaron los análisis. Zamorano 1989.

Lista de variables

1. Tratamientos.
2. Bloques.
3. Porcentaje de cuajado de frutos.
4. Peso del fruto en g.
5. Peso de la pulpa en g.
6. Peso de la cáscara en g.
7. Peso del jugo en g.
8. Porcentaje de jugo.
9. Número de semillas por fruto.

Variables

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	27.27	72.30	38.30	34.00	22.30	30.80	270
1	2	42.00	73.00	37.10	35.90	17.00	23.29	265
1	3	44.00	72.00	37.55	34.45	18.30	25.42	280
1	4	65.21	74.40	37.76	36.64	18.80	25.27	263
2	1	42.00	71.50	38.50	33.00	28.40	39.72	300
2	2	50.00	100.00	52.44	47.56	37.40	37.40	315
2	3	47.00	90.00	47.50	42.50	30.00	33.33	290
2	4	75.00	97.70	50.60	47.10	37.22	38.10	280
3	1	64.00	103.90	55.20	48.70	42.86	41.25	305
3	2	60.00	98.00	50.00	48.00	32.00	32.65	297
3	3	42.30	94.00	50.79	43.21	35.00	37.23	280
3	4	68.00	75.79	40.21	35.58	29.28	38.63	305
4	1	75.00	90.10	50.20	39.90	31.42	34.87	305
4	2	50.00	83.00	47.40	35.60	30.00	36.14	300
4	3	36.36	82.00	48.22	33.78	29.00	35.36	270
4	4	60.00	87.00	47.34	39.66	29.60	34.02	315
5	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
5	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
5	3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
5	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0

IX. DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre: Oswaldo Arturo Sierra López.

Lugar de Nacimiento: Guayaquil, Ecuador.

Fecha de Nacimiento: 6 de Octubre de 1966.

Nacionalidad: Ecuatoriana.

Educación:

Primaria: Escuela Indoamérica (Guayaquil).

Secundaria: Liceo Naval (Guayaquil).

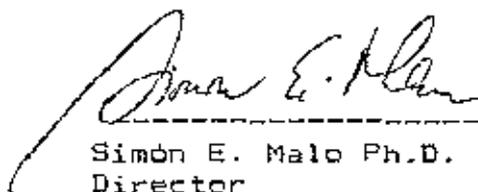
Superior: Escuela Agrícola Panamericana.

Títulos recibidos: Agrónomo (Diciembre de 1988).

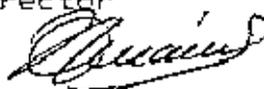
Esta Tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de Profesores que asesoró al candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo.

Fue sometida a consideración del Jefe de Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue aprobada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

Abril de 1990



Simón E. Malo Ph.D.
Director



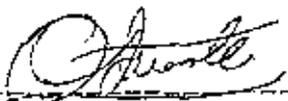
Jorge Román, Ph.D.
Decano

Alfredo Montes, Ph.D.
Jefe Dpto de Horticultura



Odilo Duarte, M.S., M.B.A.
Cordinador del Dpto

Comité de Profesores



Odilo Duarte, M.S., M.B.A.
Consejero Principal

Leonardo Corral, Ph.D.
Asesor

Rodolfo Cojulón, M.S.