

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**CRECIMIENTO DEL "CARTUCHO" (*Zantedeschia  
aethiopica* (L.) Sprengel) BAJO COBERTURA BOSCOsa**

**Desarrollo de una plantación orgánica de "flores"  
compatible con el bosque**

Trabajo de investigación presentado por Elisa Irina Masaya De  
Dios para optar al grado de Licenciada en Biología

GUATEMALA

2004



**CRECIMIENTO DEL "CARTUCHO" (*Zantedeschia  
aethiopica* (L.) Sprengel) BAJO COBERTURA BOSCOsa**

**Desarrollo de una plantación orgánica de "flores"  
compatible con el bosque**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

**CRECIMIENTO DEL "CARTUCHO" (*Zantedeschia  
aethiopica* (L.) Sprengel) BAJO COBERTURA BOSCOsa**

**Desarrollo de una plantación orgánica de "flores"  
compatible con el bosque**

Trabajo de investigación presentado por Elisa Irina Masaya De  
Dios para optar al grado de Licenciada en Biología

GUATEMALA

2004

Vo.Bo.

(f)   
\_\_\_\_\_  
Dra. Elfriede Pöll  
Asesor Principal

Tribunal

(f)   
\_\_\_\_\_  
Dra. Elfriede Pöll

(f)   
\_\_\_\_\_  
Licda. Margarita Palmieri

(f)   
\_\_\_\_\_  
Licda. Claudia Quinteros

Fecha de aprobación del examen de graduación:

10 de junio de 2003

## PREFACIO

Producir "flor" de "cartucho" en plantaciones desarrolladas bajo remanentes de bosque altamente perturbados es una alternativa económica, que permite justificar e incentivar la preservación de los árboles. Aunque el "cartucho" es una planta que crece silvestre desde hace muchos años en América, cultivarla de esta forma es algo novedoso. Este estudio se realizó con la intención de ampliar el conocimiento sobre la luz y la humedad en el suelo que requieren las plantas para lograr una producción óptima. Al encontrarse poca información al respecto, la ayuda de muchas personas fue indispensable para lograr este objetivo.

Agradezco especialmente:

A la Dra. Elfriede Pöll y la Dra. Leticia SanEmeterio por su asesoría y orientación.

Al Lic. Enio Cano por su asesoría en el análisis estadístico.

Al Dr. Charles McVean por su asesoría en el diseño de la metodología.

A la Dra. Dix y la Licda. Quinteros por su interés y orientación.

A la Licda. Margarita Palmieri por su colaboración en el estudio preliminar de cultivo de tejidos de "cartuchos" y por su constante confianza.

# CONTENIDO

	<b>Página</b>
PREFACIO _____	v
LISTA DE CUADROS _____	viii
LISTA DE FIGURAS _____	xi
RESUMEN _____	xii

<b>Capítulos</b>	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN _____</b>	<b>01</b>
A. Plantación orgánica de "flores" compatible con el bosque _____	01
B. Antecedentes _____	04
1. Palabras clave _____	04
2. Guía técnica para el cultivo del "cartucho" _____	04
a. Clasificación y morfología _____	04
b. Propagación _____	07
c. Requerimientos _____	08
d. Nutrición _____	08
e. Siembra _____	09
f. Cultivo _____	10
g. Rendimiento _____	10
h. Cosecha y poscosecha _____	10
i. Enfermedades _____	11
j. Plagas _____	13
k. Problemas fisiológicos _____	14
l. Importancia económica _____	14
C. Objetivo general _____	15

<b>Capítulos</b>	<b>Página</b>
D. Objetivos específicos _____	16
<b>II. METODOLOGÍA</b> _____	<b>17</b>
A. Descripción del área de estudio _____	17
B. Descripción del estudio _____	20
C. Hipótesis _____	23
1. Hipótesis sobre la productividad de las plantaciones _____	23
2. Hipótesis sobre la calidad de las "flores" _____	23
3. Hipótesis sobre el crecimiento de las plantas _____	23
<b>III. RESULTADOS</b> _____	<b>25</b>
A. Productividad de las plantaciones _____	25
B. Calidad de las "flores" producidas _____	38
C. Crecimiento de las plantas en las plantaciones _____	33
<b>IV. DISCUSIÓN</b> _____	<b>37</b>
A. Productividad de las plantaciones _____	37
B. Calidad de las "flores" producidas _____	39
C. Crecimiento de las plantas en las plantaciones _____	42
D. General _____	44
<b>V. CONCLUSIONES</b> _____	<b>46</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> _____	<b>48</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b> _____	<b>49</b>
<b>VIII. APÉNDICE</b> _____	<b>51</b>
A. Hojas de datos con análisis de varianza univariado _____	51

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Niveles foliares para el "cartucho" ( <i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Sprengel) en latitudes tropicales y subtropicales _____	09
2. Plantaciones estudiadas _____	20
3. Variables medidas _____	21
4. Muestras establecidas _____	22
5. Repeticiones realizadas _____	22
6. Comparación de la productividad de cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente _____	25
7. Comparación de la productividad de cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente exposición a la luz solar y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente _____	26
8. Comparación de la productividad de cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente _____	27
9. Comparación de la calidad de las "flores" producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente _____	28
10. Comparación de la calidad de las "flores" producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente exposición a luz solar y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente _____	31
11. Comparación de la calidad de las "flores" producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente _____	32
12. Comparación del crecimiento de las plantas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente _____	33

**Cuadro****Página**

13.	Comparación del crecimiento de las plantas en cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente exposición a luz solar y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente _____	35
14.	Comparación del crecimiento de las plantas en cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente _____	36
15.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" en las plantaciones de "cartucho" _____	52
16.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la producción de "flores" en las plantaciones de "cartucho" _____	53
17.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" en las plantaciones de "cartucho" ____	54
18.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" de primera calidad en las plantaciones de "cartucho" _____	55
19.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la producción de "flores" de primera calidad en las plantaciones de "cartucho" _____	56
20.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" de primera calidad en las plantaciones de "cartucho" _____	57
21.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en las plantaciones de "cartucho" ____	58
22.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la producción de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en las plantaciones de "cartucho" _____	59
23.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en las plantaciones de "cartucho" _____	60

**Cuadro****Página**

24.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la cantidad de plantas grandes en las plantaciones de "cartucho" _____	61
25.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la cantidad de plantas grandes en las plantaciones de "cartucho" _____	62
26.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la cantidad de plantas grandes en las plantaciones de "cartucho" _____	63
27.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la cantidad de plantas medianas en las plantaciones de "cartucho" _____	64
28.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la cantidad de plantas medianas en las plantaciones de "cartucho" _____	65
29.	Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la cantidad de plantas medianas en las plantaciones de "cartucho" _____	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. "Flores" de "cartucho" ( <i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Sprengel) _____	05
2. Planta de "cartucho" ( <i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Sprengel) _____	05
3. Morfología del "cartucho" ( <i>Zantedeschia aethiopica</i> (L.) Sprengel) _____	07
4. Mapa de ubicación del área de estudio (Potrero Carrillo, Jalapa, Guatemala N 14°43'25.0" W 89°56'31.5") _____	17
5. Esquema de ubicación de las plantaciones estudiadas _____	21
6. Comparación de la productividad de cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo _____	26
7. Comparación del número de "flores" de primera calidad producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo _____	29
8. Comparación del número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo _____	29
9. Comparación del porcentaje de "flores" de primera calidad producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo _____	30
10. Comparación del porcentaje de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo _____	30
11. Comparación del número de plantas grandes en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo _____	34
12. Comparación del número de plantas medianas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo _____	34

## RESUMEN

Este estudio se desarrolló, de mayo del 2003 a abril del 2005, en plantaciones destinadas a la producción comercial de "flor" de "cartucho" en Finca Camelot en la región de Potrero Carrillo de Jalapa en Guatemala. Estas plantaciones se establecieron bajo la sombra de árboles o bajo la luz solar directa y en suelos humedecidos y saturados por riachuelos o en suelos sin fuentes de humedad ni riego dependientes a las lluvias.

Se evaluó el efecto del tipo de exposición a la luz solar y del nivel de humedad en el suelo sobre la producción y la calidad de las "flores" y el crecimiento de las plantas. Con el objetivo de optimizar la producción de "flores" de "cartucho" bajo coberturas boscosas como una alternativa económica sostenible que justifique e incentive la conservación de los árboles.

Se encontró mayor producción de "flores" y mejor porcentaje de "flores" de primera calidad en las plantaciones establecidas en suelos con mayor humedad. Adicionalmente, se registró mayor producción de "flores" en las plantaciones expuestas a la luz solar directa. Y aunque menor, la producción en las plantaciones bajo sombra fue de mejor calidad y presentaron un menor porcentaje de "flores" rechazadas.

## I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

### A. Plantación orgánica de “flores” compatible con el bosque

Aunque actualmente es reconocida la importancia de los bosques y su conservación, en algunas regiones de Guatemala se han contraído al punto de quedar reducidos a pequeños parches aislados de árboles. Que, por su tamaño, son altamente vulnerables a la extracción de leña y al avance de la frontera agrícola. A pesar de que estas coberturas boscosas son ecosistemas altamente perturbados siguen siendo vitales para preservar la estructura de los suelos, conservar las cuencas o fuentes de agua, aportar recursos como leña y frutos, actuar como barreras naturales contra plagas agrícolas, fijar carbono y servir de hábitat o corredor de paso para diversas especies. El manejo sostenible y la reforestación de estos remanentes pueden generar oportunidades y beneficios económicos a las comunidades cercanas y a los propietarios, incentivando y justificando su conservación (Gómez *et al.* 1991). El ecoturismo, la agro-forestería, el aprovechamiento de recursos renovables (como frutos, fibras y hojas) y los cultivos adaptados al sotobosque (como xate, hongos comestibles, etc.) son ejemplos exitosos de actividades sostenibles que se adaptan y benefician de la permanencia de los árboles (Regier *et al.* 1991).

Con la intención de promover este tipo de actividades en Guatemala, se desarrolló una plantación de "flores" de "cartucho" (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Sprengel) (Figura 1 y 2) en uno de los remanentes del Bosque Tropical Húmedo Montano Bajo (Holdrige 1967) asociado a los humedales palústricos o pantanosos de la región de Potrero Carrillo del departamento de Jalapa (1810m SNM). A pesar de su importancia y vulnerabilidad estos bosques aún no gozan de ningún tipo de protección o estudio y la "flor" del "cartucho" que crece naturalmente bajo su cobertura no es aprovechada económicamente.

Para ocasionar el menor impacto posible en el ecosistema, el cultivo se realizó con técnicas culturales orgánicas. Que, para efectos de este estudio, se refieren a la ausencia de agroquímicos para fertilizar o controlar plagas y enfermedades (Reed 1999).

El "cartucho", nativo de regiones templadas de Sudáfrica, está naturalizado desde hace muchos años en América tropical y subtropical (Márquez 1999). En Guatemala se encuentra silvestre en las regiones altas (entre 1000 y 2000m SNM) de Jalapa, Alta Verapaz, Quetzaltenango, San Marcos y Chimaltenango (Stankley y Steyermark 1952). Crece en suelos húmedos a orillas de escorrentías de agua, riachuelos y ríos, tanto al sol como bajo la sombra de los árboles. Florea durante todo el año, en especial en noviembre, diciembre y enero en que inicia la época seca pero las temperaturas aún son bajas (Byrd 1976).

Sus "flores" blancas, sencillas y elegantes son vendidas en mercados locales para decorar eventos o celebraciones. Que dependiendo de su calidad y del punto de venta el precio de venta oscilan entre U\$0.06 y U\$0.20 por "flor" (observaciones personales 2002).

En las regiones donde el "cartucho" crece naturalmente se acostumbra cosechar las "flores" y venderlas; representando una fuente sencilla de ingresos adicionales para el hogar. Incluso, con la intención de mejorar la producción de "flor" y aumentar los ingresos, las plantas son abonadas y propagadas vegetativamente (observaciones personales 2002).

En términos generales, una "flor" de "cartucho" de primera calidad comercial es aquella que es grande (15-20cm de largo), de tallo largo y robusto (70cm o más de largo), que dura varios días después de cortada (12-15 días) y que no tiene manchas o deformidades físicas (Staby 1998). En Guatemala, generalmente las "flores" de "cartucho" cosechadas de plantas que crecen naturalmente no alcanzan esta calidad porque son pequeñas, no abren bien, tienen el tallo corto y presentan manchas (observaciones personales 2002).

En Guatemala se cultivan aproximadamente 160 hectáreas de flor cortada para exportación, de las cuales únicamente 3 o menos están dedicadas al cultivo de la "flor" del "cartucho". A pesar de que en los últimos años la demanda estadounidense y europea para esta "flor" ha aumentado, con precios promedio de U\$0.25-0.50 por "flor", las exportaciones de los países productores son escasas. Guatemala, por su clima y su cercanía a los mercados internacionales, tiene una oportunidad y una ventaja

comparativa frente a otros países productores para expandir este cultivo (AID Chemonics 1994).

En respuesta a esta amplia y creciente demanda internacional de "flor" de "cartucho" de calidad, en Guatemala se han iniciado plantaciones extensivas a campo abierto, con o sin sombra, utilizando técnicas tradicionales de fertilización, manejo cultural y control de plagas. Sin embargo, aún no existe un protocolo de cultivo específico para esta región y se desconocen las condiciones óptimas requeridas para el crecimiento y rendimiento adecuado de la planta. Por lo tanto, es necesario conocer los factores determinantes para el crecimiento y la productividad de estas plantas, tanto para las que crecen naturalmente como para las cultivadas.

El "cartucho" es una planta de bajo mantenimiento cultural, que no requiere un programa de fertilización intensiva y cuyos problemas de plagas son leves. La única enfermedad de importancia es la infección bacteriana del rizoma provocada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* en condiciones de alta humedad en el suelo (Márquez 1999). A pesar de que es una planta demandante de mucha humedad, muchos cultivadores utilizan suelos bien drenados y con humedad controlada para reducir el riesgo de esta enfermedad (Vannesten y Cornish 1995). Sin embargo, aún se desconoce como incide limitar la humedad en el crecimiento de la planta y en la calidad y cantidad de producción de "flores".

La floración del "cartucho" puede ser continua o en zonas templadas únicamente en invierno y primavera o en zonas tropicales y subtropicales únicamente en verano. Se desarrolla con luz solar directa o filtrada y su crecimiento no depende del largo del día o fotoperíodo (Byrd 1976). En regiones templadas generalmente se cultiva con luz directa para favorecer la floración, principalmente en los meses de baja intensidad lumínica (Márquez 1999); pero algunos productores utilizan luz filtrada o sombra para inducir la elongación de los pedúnculos florales con el fin de aumentar la calidad. En zonas tropicales y subtropicales el efecto de la sombra aún se desconoce y la mayoría de cultivos se realizan con luz solar directa. Aunque la implementación de 40 a 60% de sombra artificial en algunos cultivares a dado muy buenos resultados (observaciones personales 2002), el único estudio formal al respecto ha sido realizado por Cruz-Castillo *et al.* (2000), en Veracruz, México, con plantas de "cartucho" de la variedad "Green Goddess". En ese estudio se llegó a determinar que las plantas tuvieron mejor

crecimiento y desarrollo bajo sombra artificial del 40% que bajo la luz directa del sol (Cruz-Castillo *et al.* 2000).

Este estudio, sobre el crecimiento del "cartucho" en el bosque, se realizó con el objetivo de conocer el efecto de la sombra de los árboles y de los suelos húmedos y saturados a orillas de las escorrentías y riachuelos, para optimizar la producción de "flores" de "cartucho" bajo coberturas boscosas como una alternativa económica sostenible que justifique e incentive la conservación de los árboles.

## **B. Antecedentes**

### **1. Palabras clave**

Alcatraz; cala; calla; cartucho; cobertura boscosa; flores orgánicas; humedal; pantano; plantación compatible con el bosque; *Zantedeschia aethiopica* (ver Figuras 1 y 2).

### **2. Guía técnica para el cultivo del "cartucho"**

#### **a. Clasificación y morfología**

Nombre común: Cartucho, Calla de invierno, Calla lily, Cala, Alcatraz

Familia: Araceae

Nombre científico: *Zantedeschia aethiopica* (L.) Sprengel

Sinónimos: *Calla aethiopica* (L.), *Richardia africana* (Kunth.)

Varietades: *Z. aethiopica*, *Z. aethiopica* "Green Goddess", *Z. aethiopica* var. *childsiana* (Márquez 1999)

**Figura 1.** "Flores" de "cartucho" (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Sprengel)



(Márquez 1999)

**Figura 2.** Planta de "cartucho" (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Sprengel)



(Márquez 1999)

El "cartucho" es originario de las regiones templadas del sur de África y se encuentra naturalizado en América tropical y subtropical desde hace muchos años (Márquez 1999).

Lo que se conoce comúnmente como "flor" es una espata blanca de 15 a 20cm de tamaño en forma de embudo que envuelve la inflorescencia o espádice generalmente amarilla (Figura 3). El órgano de almacenamiento es un rizoma carnoso corto que no sufre periodos de latencia. El follaje es perenne con hojas ovaladas-cordadas sin manchas ni rayas. La planta crece aproximadamente 1.20m de alto y sus hojas hasta 60cm de largo (Márquez 1999).

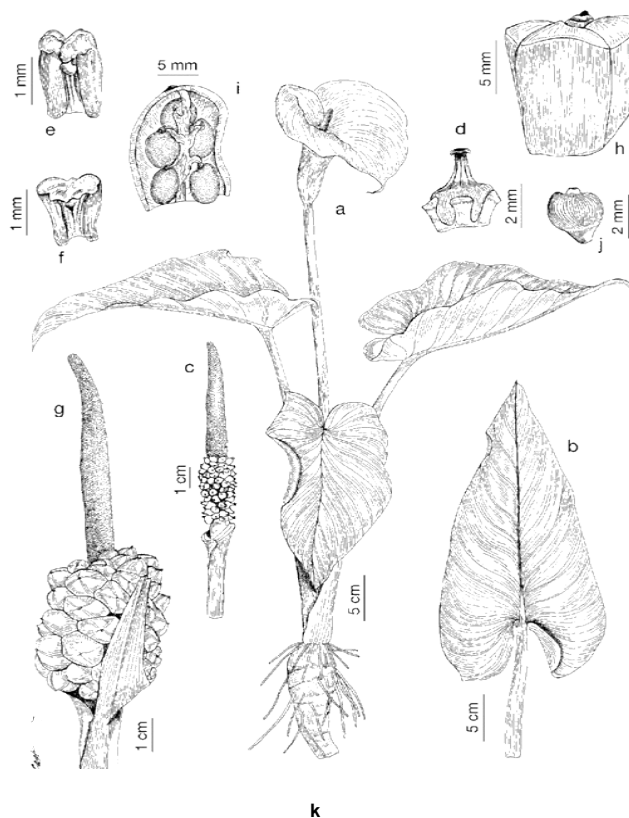
El "cartucho", también conocido como "calla de invierno", es tolerante a bajas temperaturas y se desarrolla a temperaturas entre 13 y 21°C. Esta especie está representada por tres variedades: la común con espádice amarillo, la "Green Goddess" con espádice verde y la "Childsiana" que es una planta de menor tamaño, utilizada generalmente para maceta (Cruz-Castillo y Cardenas 1997).

Las "callas de verano" o "callas de color", pertenecientes al mismo género *Zantedeschia*, se consideran un grupo aparte a los "cartuchos" porque su morfología, hábitos de crecimiento y reacción a las condiciones climáticas son distintos. Son plantas de menor tamaño y con hojas caducas que pueden tener diseños de rayas o manchas.

Su periodo de floración no es continuo y depende de los ciclos de temperatura del suelo y del ambiente. Según la especie o variedad híbrida, las "flores" pueden ser de color crema, amarillo, naranja, rojo, verde o rosado. Su órgano de almacenamiento es un rizoma carnoso que sufre latencia después de la floración y que debe ser sometido a un proceso de forzado para brotar y florecer nuevamente. En este grupo existen seis especies registradas: *Zantedeschia ellotiana*, *Z. jucunda*, *Z. pentlandii*, *Z. rehmanii*, *Z. albamaculata* y *Z. odorata* (Márquez 1999).

**Figura 3.** Morfología del "cartucho" (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Sprengel).

a) espata o "flor" ; b) hoja; c) espádice; d) flor verdadera pistilada con los estaminodios;  
e, f) estambres; g) espádice fructificado; h) fruto; i) sección longitudinal de un fruto; j)  
semilla; k) rizoma.



(Márquez 1999)

**b. Propagación.** Debido a que en su espádice se encuentran "flores" masculinas y femeninas, el "cartucho" puede tener auto polinización o polinización cruzada. Después de la polinización la espata se torna verde y se producen frutos cuyo color varía entre el amarillo y el rojo. La propagación por semilla en el campo es lenta, obteniéndose la primera floración aproximadamente tres años después de la siembra. Es posible reducir este periodo a nueve meses bajo condiciones climáticas y culturales controladas (Márquez 1999).

El método de propagación más utilizado, por ser sencillo, barato y rápido, es la reproducción vegetativa. En cada ciclo de floración el rizoma aumenta de tamaño y

produce brotes que dan origen a plantas nuevas independientes. A su vez, la división mecánica del rizoma también origina plantas nuevas al inducir la germinación de las yemas o brotes axilares. Ya que este método no implica recombinación genética es una forma útil de producir plantas con características uniformes y estables. Sin embargo, durante la propagación vegetativa existe alta incidencia de contagio con agentes fitopatógenos que provocan pérdidas severas del material vegetativo y no se recomienda realizarla por más de tres años consecutivos porque al envejecer los rizomas presentan mayor susceptibilidad a infecciones fitopatógenas (Proexag 1990).

Los "cartuchos" también pueden ser propagados por cultivo de tejidos. Este método permite producir plantas libres de enfermedades (hongos, bacterias y virus) en forma masiva y rápida. Aunque requiere el uso de un laboratorio especializado, es un proceso sencillo que no necesita mucho espacio ni excesiva mano de obra. Y por tratarse de una reproducción vegetativa pueden seleccionarse y multiplicarse líneas con características específicas y uniformes. No se ha propuesto aún un método de cultivo de tejidos diseñado específicamente para "cartuchos" pero se han realizado algunos ensayos tomando como base las técnicas utilizadas en el cultivo de tejidos de las "callas de color" (Ruiz-Sifre *et al.* 1996).

**c. Requerimientos.** El "cartucho" es tolerante a bajas temperaturas y crece a temperaturas diurnas de 18 a 21°C y nocturnas de 13 a 16°C. La temperatura óptima del suelo para que ocurra una adecuada germinación varía entre 15 a 24°C. La humedad relativa mínima requerida para el buen metabolismo de la planta es de 60%. Crece bien con luz solar directa o luz filtrada con 40 o hasta 85% de sombra (Márquez 1999).

El "cartucho" naturalmente tolera suelos pesados y crece bien en suelos húmedos (en un rango de tensión de 0-10kPa) y en suelos que permanecen saturados o inundados por periodos largos de tiempo. En condiciones de cultivo con sistema de riego puede tener un buen desarrollo en suelos o sustratos con buen drenaje. Para su crecimiento óptimo el pH del suelo debe estar cercano a 6.0 y la conductividad eléctrica (CE) debe permanecer por debajo de 1.5mmhos/cm (en solución 2:1) (Márquez 1999).

**d. Nutrición.** Las necesidades nutricionales del "cartucho" se encuentran

relacionadas con su patrón de crecimiento, siendo máximas, entre la 6ta y la 12ava semana, después de la siembra. Aunque no requiere programas de fertilización intensiva se recomienda aplicar 300kg/ha de nitrógeno (N), 45kg/ha de fósforos (P) y 400kg/ha de potasio (K) en la presiembra, 150 a 200ppm de nitrógeno (N) en una proporción de 20% N - 20% P - 20% K cada quince días y 1kg de nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) por 100 galones de agua cada semana (Reed 1999).

Para establecer y evaluar el estado nutricional de las plantas es útil realizar periódicamente un análisis foliar y compararlo con los niveles nutricionales teóricos mostrados en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Niveles foliares para el "cartucho" (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Sprengel) en latitudes tropicales y subtropicales

ELEMENTO	DEFICIENTE	BAJO	MEDIO	ALTO
% de nitrógeno	2.3	2.7	4	5
% de fósforo	0.15	0.2	0.5	0.6
% de potasio	2.5	3.5	4.5	5.5
% de azufre	0.15	0.2	0.6	0.7
% de calcio	0.5	0.6	1.8	2.5
% de magnesio	0.1	0.2	0.45	0.6
ppm de hierro	30	50	300	500
ppm de manganeso	35	50	300	500
ppm de cobre	4	6	24	50
ppm de boro	12	20	50	90
ppm de zinc	15	20	100	200
ppm de sodio	50	200	1000	3000

(Calderón y Medina 1999)

**e. Siembra.** Una plantación de "cartuchos" puede permanecer establecida durante varios años sin que sea necesario renovar las plantas. Únicamente se requiere retirar las hojas amarillas o enfermas y conservar limpia el área. El tiempo que se pretenda mantener la plantación y el tamaño de los rizomas determinan la densidad de siembra (Márquez 1999).

La siembra de los rizomas se realiza a una profundidad de 15cm, en una o doble hilera, en tabloncillos (de 60 a 100cm de ancho por 20cm de alto) separados por un corredor que permita el paso para los trabajos culturales (de 0.30 a 1.0m de ancho). Los

rizomas se siembran distanciados 20 o hasta 100cm entre sí, obteniéndose densidades de siembra de 2 o hasta 10 plantas/m<sup>2</sup> (Márquez 1999).

Para un buen desarrollo radicular se requiere remover manual o mecánicamente el suelo que favorezca la capacidad de drenaje del mismo. Es recomendable incorporar al suelo materia orgánica (por lo menos 5-8%) que mejore su retención de humedad, capacidad de intercambio catiónico y aireación (Reed 1999).

**f. Cultivo.** Existen diferentes técnicas factibles de cultivo que pueden emplearse durante el desarrollo de una plantación de "cartucho". El cultivo puede realizarse a campo abierto o en invernaderos, con o sin mallas agrícolas que le provean sombra, utilizando suelo o algún tipo de sustrato, realizando la siembra en maceta o sobre el terreno o incorporando o no sistemas de riego y fertiriego. La elección de las técnicas a utilizar está sujeta a las condiciones del lugar donde se desarrolla y a la disponibilidad de recursos físicos y económicos.

**g. Rendimiento.** Los rendimientos de producción por planta varían entre 10 a 15 "flores" por año. La "flor" después de cosechada puede durar desde 1 a 3 semanas. Sin embargo, sobre la productividad de la planta y la durabilidad de la "flor" influyen variables como el método de cultivo, el clima, el tamaño del rizoma y el manejo (Márquez 1999).

**h. Cosecha y poscosecha.** Las "flores" deben ser cosechadas antes de la apertura de la espata (momento de la liberación del polen) para evitar la polinización y que la espata se torne verde (Proexag 1990). Se hala o corta manualmente el tallo de preferencia temprano en la mañana cuando la planta presenta mayor turgencia permitiendo así un fácil desprendimiento.

Inmediatamente después de ser cosechadas las "flores" deben colocarse en agua para su hidratación antes del empaque. Se recomienda tratarlas con una solución de sucrosa e hipoclorito de sodio para aumentar las reservas de carbohidratos y evitar la proliferación de bacterias. Pueden ser almacenadas a una temperatura entre 2.5 a 3.5°C hasta por tres días. El empaque se realiza en cajas de cartón o en cubetas que prevengan y eviten daños mecánicos. La "flor" puede empacarse suelta, por decenas o por docenas según los requerimientos del mercado objetivo (Staby 1998).

i. **Enfermedades.** Las plantas de "cartucho" por lo general son resistentes a la mayoría de enfermedades, a excepción de la pudrición bacteriana causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Los problemas fitosanitarios y fisiológicos pueden reducirse al mínimo con un buen monitoreo, un sistema cultural preventivo y un control químico o biológico, como parte de un programa de manejo integrado de plagas. Se recomiendan medidas profilácticas como el iniciar con material vegetativo sano, utilizar instrumentos no contaminados, mantener limpio el cultivo y áreas circundantes, no causar estrés hídrico y evitar la humedad relativa o las temperaturas extremas (Vannesten y Cornish 1995).

La pudrición bacteriana causada por *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora* es el problema más importante en la producción comercial de "cartuchos" porque ocasiona graves pérdidas de material vegetativo (Ruiz-Sifre et al. 1996). Las bacterias se diseminan durante la propagación de las plantas por el contacto directo con las manos, las herramientas, el suelo y el agua. Las bacterias ingresan a los tejidos a través de heridas causadas al desenterrar y manipular los rizomas. Dentro de los espacios intercelulares, se multiplican y dispersan rápidamente produciendo diferentes tipos de enzimas que disuelven las paredes celulares y las desintegran. Esta infección se caracteriza por la producción de un olor desagradable y penetrante, por zonas blandas blancas en el rizoma, por el crecimiento de brotes desordenados y distorsionados, por el follaje amarillento y marchito y porque la floración se detiene o reduce. Ya que no existe un control efectivo una vez establecida esta enfermedad las medidas de control deben basarse en la prevención (Vannesten y Cornish 1995).

Como medidas preventivas se recomienda: desinfectar el suelo o dejarlo descansar, aprovechando que *Erwinia carotovora* no sobrevive en el suelo sin cultivar durante más de cinco meses; sumergir los rizomas en soluciones desinfectantes (peróxido de oxígeno o hipoclorito) antes de la siembra; desinfectar los instrumentos utilizados para el manejo de las plantas; monitorear periódicamente el cultivo para eliminar a tiempo plantas que inicien con síntomas de infección; evitar la saturación prolongada del suelo; y utilizar suelos con alta capacidad de drenaje. Recientemente, se observaron buenos resultados utilizando *E. herbicola* como control biológico para *E. carotovora* subsp. *Carotovora*. Es importante resaltar que existen plantas con mayor

resistencia a la infección que otras por lo que el fitomejoramiento por selección es una opción viable que puede fomentarse (Vannesten y Cornisa 1995).

Aunque de menor intensidad e importancia en las plantaciones de "cartuchos" también pueden presentarse infecciones de las siguientes enfermedades:

- En condiciones de alta humedad relativa la bacteria *Xanthomonas campestris* puede causar infecciones dejando una mancha foliar húmeda negra que con el tiempo ennegrece completamente la hoja (Gill *et al.* 2001).
- Los hongos de los géneros *Pythium* y *Rhizoctonia* causan pudrición radicular en condiciones de poco oxígeno por exceso de humedad y mal drenaje del suelo. La pudrición inicia en el rizoma que se torna pardo; se extiende a la base del tallo debilitando la planta y deteniendo su crecimiento; continúa a las hojas tornándolas cloróticas y marchitándolas hasta inducir el colapso de la planta. Ya que estos problemas predisponen a las plantas a la infección bacteriana es importante reducir su incidencia iniciando el cultivo con material vegetativo sano y manteniendo el suelo bien drenado (Gill *et al.* 2001).
- Los ataques severos de manchas provocadas por *Phyllosticta richardiae* y hongos del género *Alternaria* sobre las hojas, los tallos florales y las espatas reducen la actividad fotosintética y la calidad estética de las "flores". Se recomienda retirar manualmente del cultivo las partes de la planta afectadas para evitar que se expanda la infección (Gill *et al.* 2001).
- La pudrición radicular por hongos del género *Phytophthora* conduce a la marchitez progresiva de las plantas. Las hojas y las puntas de las espatas se tornan amarillas y luego pardas y las "flores" presentan malformaciones y no pueden abrirse. Ya que su transmisión es por medio de los rizomas es importante iniciar el cultivo con material vegetativo sano (Gill *et al.* 2001).
- La botritis (hongos pertenecientes al género *Botrytis*) es una infección que causa problemas en la poscosecha. Su incidencia pueden prevenirse con ventilación y limpieza en la plantación (Gill *et al.* 2001).

- Los virus que infectan a las plantas de "cartucho" causan enanismo y pérdida de productividad y frecuentemente su presencia pase desapercibida. En el follaje de las plantas afectadas son usuales los patrones moteados y mosaicos (zonas claras intercaladas con zonas oscuras). Aunque existen virus agresivos que provocan la muerte de la planta, lo usual es que no ocurra. En los "cartuchos" se ha registrado el Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (TSWV) transmitido por trips y los virus transmitidos por áfidos como el Cucumovirus del Mosaico del Cohombro (que también se transmite por medio del material vegetativo), el Potyvirus del Mosaico del Dasheen (que también se transmite mecánicamente) o taro (DMV), el Alfamovirus del Mosaico de la Alfalfa y el Potexvirus X de la Papa. Este tipo de infección virales no puede tratarse por lo que es importante iniciar la plantación con material sano, eliminar tanto las plantas infectadas como las malezas que actúen como hospederas y mantener la población de insectos controlada (Márquez 1999).

**j. Plagas.** Aunque en menor medida los "cartuchos" también son afectados por las siguientes plagas y enfermedades:

- Los trips, *Frankliniella occidentalis*, son insectos alados, negros, alargados y muy pequeños difíciles de detectar. Las hembras depositan cientos de huevos dentro de los tejidos y las larvas causa daño directo al alimentarse succionando el contenido celular. Esto deja cicatrices que inducen decoloraciones, distorsiones y deformaciones tanto del follaje como de las "flores". Después del ciclo de vida larval de siete a trece días en la planta sigue la transformación a adulto que se desarrolla en el suelo. Son vectores del Virus de la Marchitez Manchada del Tomate (TSWV), al cual las plantas de "cartucho" son susceptibles. Es importante el monitoreo para detecciones tempranas ya que el uso de insecticidas no es muy efectivo. Existen controles biológicos que pueden incluirse en un manejo integrado de plagas (Powel y Lindquist 1994).
- Los áfidos, *Myzus persicae*, se reproducen en ciclos superpuestos, cortos y rápidos por lo que se dificulta su control. La infección se detectan por la presencia en las hojas, tallos y "flores" de mudas o adultos que pueden tener o no alas. Se alimentan de la savia de las plantas afectando su crecimiento, y causando distorsiones. Los áfidos secretan azúcares sobre las "flores" y hojas favoreciendo el desarrollo de hongos que deterioran la calidad estética de las "flores" e interfieren con la

- fotosíntesis. Adicionalmente, son vectores de virus como el Cucumovirus del Mosaico del Cohombro, el Potyvirus del Mosaico del Dasheen o taro (DMV), el Alfamovirus del Mosaico de la Alfalfa y el Potexvirus X de la Papa. Es importante el monitoreo en la superficie inferior de las hojas, la pronta eliminación de las hojas y "flores" afectadas y el uso de controles biológicos porque existe alta resistencia a los insecticidas (Powel y Lindquist 1994).
- Los ácaros o arañas rojas, *Tetranychus urticae*, son pequeños chupadores presentes en el envés de la hoja, de alta tasa reproductiva, que dejan cicatrices o puntos blancos que reducen el valor estético y debilitan a la planta causando defoliación. Es recomendable realizar inspecciones para detectar daños y telarañas. Como son resistentes a la mayoría de plaguicidas y se favorecen por el clima seco y caluroso, elevar la humedad relativa y el uso de controles biológicos pueden reducir y controlar su incidencia (Powel y Lindquist 1994).
  - La mosca blanca, *Trialeurodes vaporariorum*, aunque es una de las principales plagas para plantas ornamentales dedicadas a la producción de "flor" y follaje, en condiciones tropicales y subtropicales tiene poca incidencia en el "cartucho" y muy rara vez causa problemas (Powel y Lindquist 1994).
  - Las babosas, moluscos fitófagos, del género *Deroceras* se alimentan de las plantas de noche, con bajas temperaturas y alta humedad, dejando un rastro identificable y severos daños mecánicos en las "flores" y el follaje. El control por medio de cebos con plaguicidas es efectivo (Powel y Lindquist 1994).

**k. Problemas fisiológicos.** En la producción de "flor" de "cartucho" se presentan algunos problemas cuyas causas aún no se han podido explicar satisfactoriamente y otros son el resultado de un manejo incorrecto. El "chalking", común en *Z. aethiopica* var. *Childsiana*, es el desarrollo de una cubierta dura y calcárea en el rizoma de color blanco que impide la formación de brotes. Se presenta por un almacenamiento inadecuado. El reverdecimiento de la espata es una alta concentración de clorofila y citoquininas que torna verde la "flor" (Máquez 1999).

**l. Importancia económica.** Aunque el mayor productor de "flores" de

"cartucho" es Nueva Zelanda existen producciones importantes en otros países como Holanda, Israel, Japón, Estados Unidos, Sudáfrica, Kenya, México, Colombia y Costa Rica. Aunque el principal mercado se encuentra en Japón, Europa y Estados Unidos en las últimas décadas Holanda ha registrado un aumento en sus importaciones (AID Checominc 1994).

Los datos sobre investigación en "cartuchos" en Guatemala son escasos. PROEXAG (1987-1993) desarrolló en Centro América un proyecto para incentivar la exportación de productos agrícolas no tradicionales en el que incluyó a las "callas de color". Introduciendo a Guatemala bulbos de Nueva Zelanda con el objetivo de que productores interesados desarrollaran el cultivo bajo asesoría especializada de Nueva Zelanda y Florida. Se pretendía producir "flor", bulbos y plantas por cultivo de tejidos que proveyeran de material vegetativo inicial en la región. Sin embargo, la dificultad y especialización requerida para este cultivo y el costo elevado de la franquicia provocó un desarrollo muy lento del proyecto. A tal punto que, a pesar de que las oportunidades de mercado son muy buenas, actualmente en Guatemala solo existen dos o tres productores pequeños de "flor" y ningún productor de bulbos o plantas por cultivo de tejidos (Mondoñedo 1993).

La mayoría de las investigaciones para el género *Zantedeschia* se desarrollan en Nueva Zelanda con el interés de desarrollar cruces ínter específicos con mayor resistencia a la pudrición bacteriana causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Adicionalmente, se da importancia a las investigaciones para desarrollar variedades enanas para maceta, encontrar controles biológicos y prevenir el reverdecimiento de la espata (Márquez 1999).

### **C. Objetivo general**

Conocer el efecto que tiene la sombra de los árboles y los suelos húmedos y saturados de los bordes de escorrentías y riachuelos sobre la productividad y el crecimiento de las plantas y la calidad de las "flores" producidas en plantaciones de "cartucho".

#### **D. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de la luz solar directa y de la sombra de los árboles sobre el número de "flores" producidas en plantaciones de "cartucho".
- Establecer el efecto que tienen los suelos sin humedad o riego y los suelos húmedos y saturados sobre el número de "flores" producidas en plantaciones de "cartucho".
- Identificar el efecto de la interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo sobre el número de "flores" producidas en plantaciones de "cartucho".
- Determinar el efecto de la luz solar directa y de la sombra de los árboles sobre la calidad de las "flores" producidas en plantaciones de "cartucho".
- Establecer el efecto que tienen los suelos sin humedad o riego y los suelos húmedos y saturados sobre la calidad de las "flores" producidas en plantaciones de "cartucho".
- Identificar el efecto de la interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo sobre la calidad de las "flores" producidas en plantaciones de "cartucho".
- Determinar el efecto de la luz solar directa y de la sombra de los árboles sobre el crecimiento de las plantas en plantaciones de "cartucho".
- Establecer el efecto que tienen los suelos sin humedad o riego y los suelos húmedos y saturados sobre el crecimiento de las plantas en plantaciones de "cartucho".
- Identificar el efecto de la interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo sobre el crecimiento de las planta en plantaciones de "cartucho".

## II. METODOLOGÍA

### A. Descripción del área de estudio

El estudio se desarrolló en el Bosque Tropical Húmedo Montano Bajo (Holdrige 1967) de la región de Potrero Carrillo del departamento de Jalapa de Guatemala (N 14°43'25.0'' W 89°56'31.5''), a una altura de 1,810 metros sobre el nivel del mar. En una plantación de "cartuchos" desarrollada en la Finca Camelot en un remanente de 2 hectáreas de bosque y en 1 hectárea sin cobertura boscosa (Fig. 4).

**Figura 4.** Mapa de ubicación del área de estudio (Potrero Carrillo, Jalapa, Guatemala N 14°43'25.0'' W 89°56'31.5'').



En esta zona la temperatura anual mínima y máxima es de 9.9 a 22.7°C en promedio, la humedad relativa promedio es 83% y la precipitación pluvial es de 1,385 milímetros anuales en promedio (INSIVUMEH 2001). Los suelos son franco arcillosos de origen volcánico, tienen un pH bajo de 4.5 a 4.7, una concentración de sales de 0.59dS/m en promedio y presentan niveles altos de hierro y manganeso. El agua tiene un pH de 6.3, una dureza y alcalinidad baja de 0.1ppm y 31.6ppm de  $\text{CaCO}_3$  respectivamente y una toxicidad potencial de sodio (Razón de Absorción de Sodio de 8.28).

Las áreas bajas y planas en esta región montañosa se caracterizan por la presencia de humedales palústricos o pantanosos conformados por pastizales inundados típicamente rodeados por bosque, cuyas especies arbóreas dominantes son: el liquidámbar (*Liquidambar macropylla* Oerst), el pino (*Pinuss oocarpa*) y el ciprés (*Cupressus lusitanica*). Y a los cuales se encuentra asociado el "cartucho", que crece silvestre en los espacios inundados, en los riachuelos y en las escorrentías de agua.

La plantación de "cartuchos" estudiada se estableció, en la Finca Camelot, durante los meses de noviembre y diciembre del 2002, con el propósito de cosechar "flores" para vender localmente y exportar y para realizar este estudio. Se sembraron aproximadamente 13,000 rizomas, de 5-10cm de diámetro, procedentes de Plan Grande de la región de Las Nubes de San José Pinula de Guatemala (N 14°35.177' W 90°19.451'). La siembra se realizó dentro y fuera del área boscosa (ver Figura 5). De manera que, parte de las plantas se sembraron expuestas a la luz solar directa y otra parte bajo la sombra de los árboles. La proporción de sombra, medida con un densímetro esférico para bosque modelo -C (Robert E. Lemmon, Forest Densiometers 5733 SE Cornell), osciló entre 40 a 85% debido a la variabilidad en la densidad de la cobertura boscosa.

La presencia de dos riachuelos en el área cultivada (ver Figura 5) permitió sembrar parte de las plantas en el suelo húmedo y saturado de las orillas y de las áreas inundadas por los riachuelos con 0-10kPa de tensión. La otra parte de las plantas se sembraron alejadas de los riachuelos y la influencia de su humedad en el suelo. Estos suelos no tuvieron riego y su humedad dependió del régimen de lluvias, presentando tensiones de 10-50kPa.

Los rizomas utilizados se extrajeron dividiendo manualmente plantas grandes y sanas. Se eliminaron las hojas, se recortaron las raicillas secundarias con tijeras podadoras, se lavaron con agua corriente y se desinfectaron sumergiéndolos durante un minuto en solución de hipoclorito de sodio al 10%. Los rizomas se sembraron a 15cm de profundidad y a una densidad variable, entre 80 a 100cm, adaptándose a la topografía y la presencia de los árboles. No se aplicaron químicos para fertilizar o fumigar.

Durante el crecimiento y producción de la plantación se eliminaron manualmente las hojas viejas de las plantas y las hierbas dentro del cultivo. Cada cuatro semanas se aplicó un aproximado de media libra por planta de una mezcla de lombricompost y brosa. No se realizó ningún tipo de riego durante el proceso de toma de datos para el presente estudio.

A partir de mediados de abril y principios de mayo del 2003, se inició la cosecha de "flores" de las plantas sembradas. Se establecieron dos cortes semanales, los días lunes y jueves por la mañana, y dos días de venta, los martes y viernes. Se delimitaron 26 áreas de cosecha de 500 plantas cada una y a cada cosechador se le adjudicaron dos áreas. Durante las primeras dos horas de la mañana, de 6 a 8am, los trece trabajadores, cosecharon las "flores" de una de las áreas asignadas y la traslado a la sala de empaque y durante las dos horas posteriores, de 8 a 10am cosecharon y trasladaron las "flores" de la segunda área asignada.

Las "flores" se cosecharon arrancando o jalando manualmente el tallo floral hasta desprenderlo de la planta. Ya en la sala de empaque, se cortaron con machete las bases de los tallos, entre una a dos pulgadas, e inmediatamente se procedieron a sumergir en agua las "flores" para su hidratación.

Después de la cosecha e hidratación de las "flores" se contabilizaron y clasificaron por tamaño. Las "flores" mayores a 15cm y con un tallo mayor a 70cm se clasificaron como "primera" calidad y el resto como calidad "pequeñas". Posteriormente, se eliminaron como rechazo y contabilizaron las "flores" con manchas y deformidades para ambas calidades. Para su empaque, se agruparon por decenas, colocando las "flores" a la misma altura, se sujetaron los tallos con dos hules, se cortaron los tallos a 70cm de largo en forma biselada y de nuevo se sumergieron en agua.

Se utilizaron dos métodos de empaque, dependiendo el mercado de destino y los requerimientos del cliente. Las "flores" para destinos lejanos, como El Salvador, Quetzaltenango o Cobán, se empacaron acostadas en cajas plásticas o de cartón corrugado (20 x 52.5 x 105cm) con tapadera. Se empacaron 10 decenas por caja utilizando costales de polietileno o papel periódico sobre la base y los lados de la caja como material de soporte y protección. Las "flores" destinadas al mercado de la ciudad,

hoteles, floristerías y mercados cantorales, se empacaron en cubetas (de 22 litros), 15 decenas por cubeta con un poco de agua.

Después del empaque y durante el transporte, las "flores" se mantuvieron bajo la sombra y a temperaturas frescas. El precio de venta para las "flores" primera calidad varió entre Q10 hasta Q20 por decena, mientras que el precio de las "flores" de calidad pequeñas se estableció en Q6 por decena. La duración de las "flores" después de cosechadas osciló, según el cuidado, entre 7 hasta 15 días.

## B. Descripción del estudio

Para este estudio, las plantas de "cartucho" de la plantación estudiada (utilizando las 26 áreas de cosecha de 500 plantas cada una ya establecidas) se agruparon en cuatro plantaciones distintas por su tipo de exposición a la luz solar, luz solar directa o sombra de los árboles, y por su nivel de humedad en el suelo, suelos sin humedad y suelos húmedos y saturados.

Las plantas de "cartucho" estudiadas procedían de plantaciones con las siguientes características:

**Cuadro 2.** Plantaciones estudiadas.

<b>plantación</b>	<b>tipo de exposición a la luz solar</b>	<b>nivel de humedad en el suelo</b>
PLANTACIÓN 1	luz solar directa	suelos sin humedad, dependientes al régimen de lluvia y sin riego con 10-50kPa de tensión
PLANTACIÓN 2	luz solar directa	suelos húmedos y saturados, alimentados por humedad de riachuelos con 0-10kPa de tensión
PLANTACIÓN 3	sombra de árboles de 40-85%	suelos sin humedad, dependientes al régimen de lluvia y sin riego con 10-50kPa de tensión
PLANTACIÓN 4	sombra de árboles de 40-85%	suelos húmedos y saturados, alimentados por humedad de riachuelos con 0-10kPa de tensión

**Figura 5.** Esquema de ubicación de las plantaciones estudiadas.



Para estudiar la productividad, la calidad de las "flores" producidas y el crecimiento de las plantas se tomaron en cuenta cinco variables de tres muestras o áreas de cosecha (de 500 plantas) escogidas aleatoriamente en cada una de las plantaciones. Los datos, correspondientes al periodo comprendido entre el mes de mayo del 2003 y abril del 2005, se analizaron con un análisis de varianza univariado (ANOVA) utilizando un Modelo Linear General (MLG) y un test de comparación múltiple de Tukey HSD de SPSS 9.0.

En cada plantación se midieron y evaluaron las siguientes variables:

**Cuadro 3.** Variables medidas.

<b>PRODUCTIVIDAD DE LA PLANTACIÓN</b>
– Número de "flores" producidas por mes en 500 plantas
<b>CALIDAD DE LAS "FLORES" PRODUCIDAS</b>
– Número de "flores" de primera calidad producidas por mes en 500 plantas ("flor" mayor a 15cm y tallo mayor a 70cm)
– Número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades por mes en 500 plantas
<b>CRECIMIENTO EN LA PLANTACIÓN</b>
– Número de plantas grandes existentes por mes en 500 plantas (con más de 6 hojas mayores a 25cm de largo)
– Número de plantas medianas existentes por mes en 500 plantas (con más de 6 hojas menores a 25cm de largo)

La medición de cada variable se realizó en muestras fijas seleccionadas aleatoriamente dentro de cada plantación de la siguiente forma:

**Cuadro 4.** Muestras establecidas.

<b>plantación</b>	<b>muestra A</b>	<b>muestra B</b>	<b>muestra C</b>	<b>total de plantas evaluadas</b>
PLANTACIÓN 1	500 plantas	500 plantas	500 plantas	1,500 plantas
PLANTACIÓN 2	500 plantas	500 plantas	500 plantas	1,500 plantas
PLANTACIÓN 3	500 plantas	500 plantas	500 plantas	1,500 plantas
PLANTACIÓN 4	500 plantas	500 plantas	500 plantas	1,500 plantas

La medición de cada variable en cada una de las muestras de cada plantación se repitió durante 24 meses (de mayo 2003 a abril 2005) de la siguiente forma:

**Cuadro 5.** Repeticiones realizadas.

<b>plantación</b>	<b>muestra A</b>	<b>muestra B</b>	<b>muestra C</b>	<b>total de meses evaluados</b>
PLANTACIÓN 1	24 meses	24 meses	24 meses	72 meses
PLANTACIÓN 2	24 meses	24 meses	24 meses	72 meses
PLANTACIÓN 3	24 meses	24 meses	24 meses	72 meses
PLANTACIÓN 4	24 meses	24 meses	24 meses	72 meses

## C. Hipótesis

### 1. Hipótesis sobre la productividad de las plantaciones de "cartucho"

- Los diferentes tipos de exposición a la luz solar no tienen efecto en el número de "flores" producidas.
- La diferencia en el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" producidas.
- La interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" producidas.

### 2. Hipótesis sobre la calidad de las "flores" producidas en las plantaciones de "cartucho"

- Los diferentes tipos de exposición a la luz solar no tienen efecto en el número de "flores" de primera calidad producidas (flor mayor a 15cm y tallo mayor a 70cm).
- La diferencia en el nivel de no tiene efecto en el número de "flores" de primera calidad producidas (flor mayor a 15cm y tallo mayor a 70cm).
- La interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" de primera calidad producidas (flor mayor a 15cm y tallo mayor a 70cm).
- Los diferentes tipos de exposición a la luz solar no tienen efecto en el número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades.
- La diferencia en el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades.
- La interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades.

### 3. Hipótesis sobre el crecimiento de las plantas en las plantaciones de "cartucho"

- Los diferentes tipos de exposición a la luz no tienen efecto en el número de plantas grandes existentes (con más de 6 hojas mayores a 25cm de largo).
- La diferencia en el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de plantas grandes existentes (con más de 6 hojas mayores a 25cm de largo).
- La interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de plantas grandes existentes (con más de 6 hojas mayores a 25cm de largo).

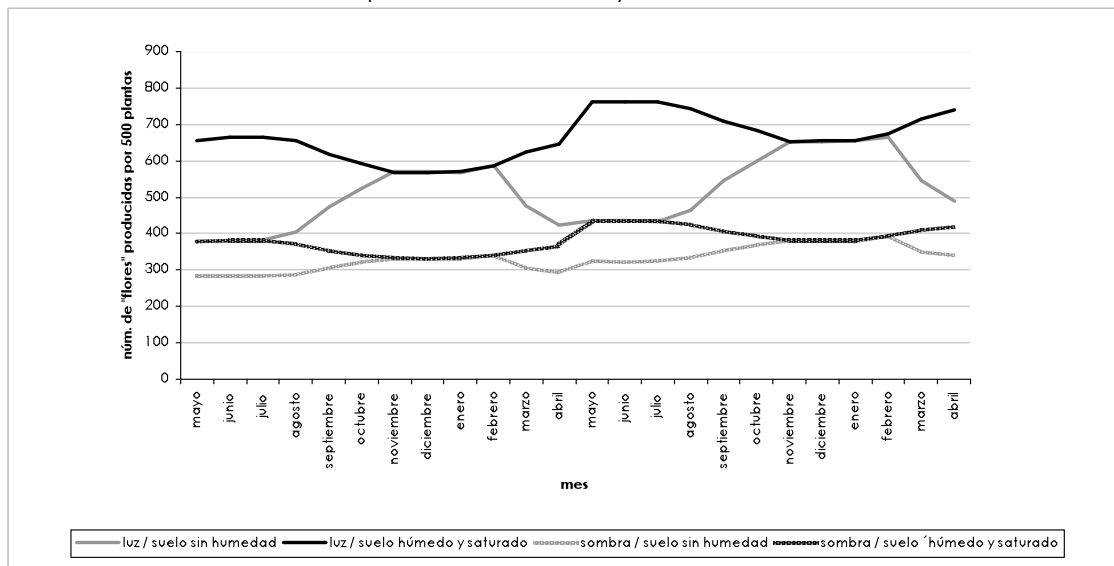
- Los diferentes tipos de exposición a la luz solar no tienen efecto en el número de plantas medianas existentes (con más de 6 hojas menores a 25cm de largo).
- La diferencia en el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de plantas medianas existentes (con más de 6 hojas menores a 25cm de largo).
- La interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de plantas medianas existentes (con más de 6 hojas menores a 25cm de largo).

### III. RESULTADOS

#### A. Productividad de las plantaciones

<b>Cuadro 6.</b> Comparación de la productividad de cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente.				
<b>PRODUCTIVIDAD DE LAS PLANTACIONES</b>				
PLANTACIÓN	1	2	3	4
Tipo de exposición a la luz solar	luz solar directa	luz solar directa	sombra	sombra
Nivel de humedad en el suelo	suelos sin humedad	suelos húmedos y saturados	suelos sin humedad	suelos húmedos y saturados
<b>Número de "flores" producidas</b>				
Prom. por mes por 500 plantas*	512.97	663.96	332.81	382.71
± Desviación estándar	(±92.63)	(±61.34)	(±32.71)	(±33.28)
Probabilidad (significancia)	6.93E-106 (0.05)			
Hipótesis nula	La interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el núm. de "flores" producidas.			
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada			
*72 repeticiones por plantación (medición durante 24 meses en 3 muestras por plantación).				

**Figura 6.** Comparación de la productividad de cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo.



**Cuadro 7.** Comparación de la productividad de cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente exposición a la luz solar y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente.

PRODUCTIVIDAD DE LAS PLANTACIONES		
PLANTACIÓN	1 y 2	3 y 4
Tipo de exposición a la luz solar	luz solar directa	sombra
<b>Número de "flores" producidas</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	588.47	357.76
± Desviación estándar	(±108.94)	(±41.33)
Probabilidad (significancia)	1.17E-69 (0.05)	
Hipótesis nula	La luz solar no tiene efecto en el núm. de "flores" producidas.	
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada	

\*72 repeticiones por plantación (medición durante 24 meses en 3 muestras por plantación).

**Cuadro 8.** Comparación de la productividad de cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente.

<b>PRODUCTIVIDAD DE LAS PLANTACIONES</b>		
PLANTACIÓN	1 y 3	2 y 4
Nivel de humedad en el suelo	suelos sin humedad	suelos húmedos y saturados
<b>Número de "flores" producidas</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	422.89	523.33
± Desviación estándar	(±113.86)	(±149.44)
Probabilidad (significancia)	5.79E-10 (0.05)	
Hipótesis nula	La humedad en el suelo no tiene efecto en el núm. de "flores" producidas.	
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada	
*72 repeticiones por plantación (medición durante 24 meses en 3 muestras por plantación).		

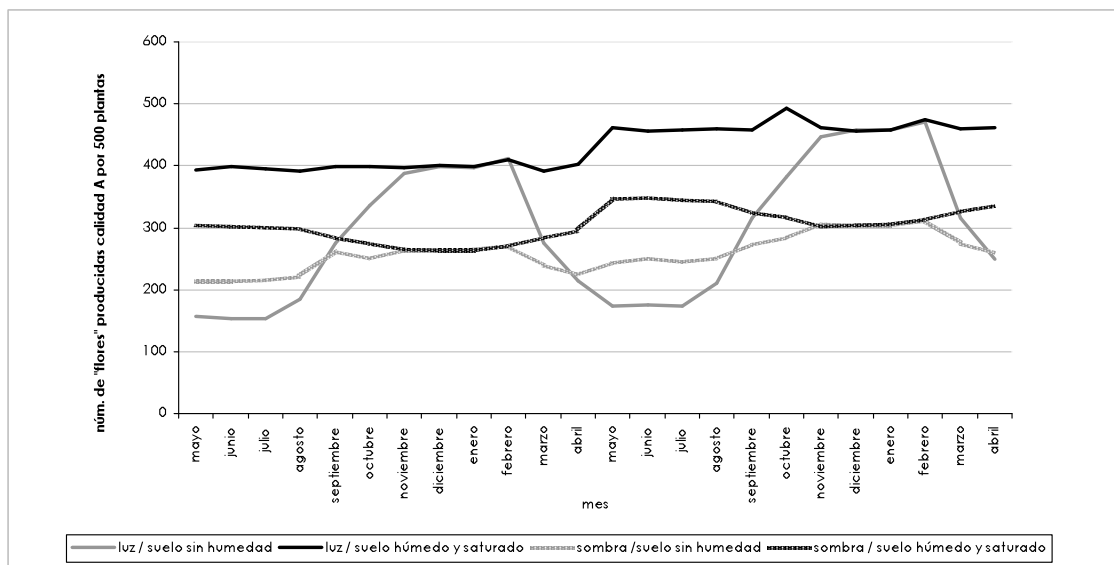
## B. Calidad de las "flores" producidas

**Cuadro 9.** Comparación de la calidad de las "flores" producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente.

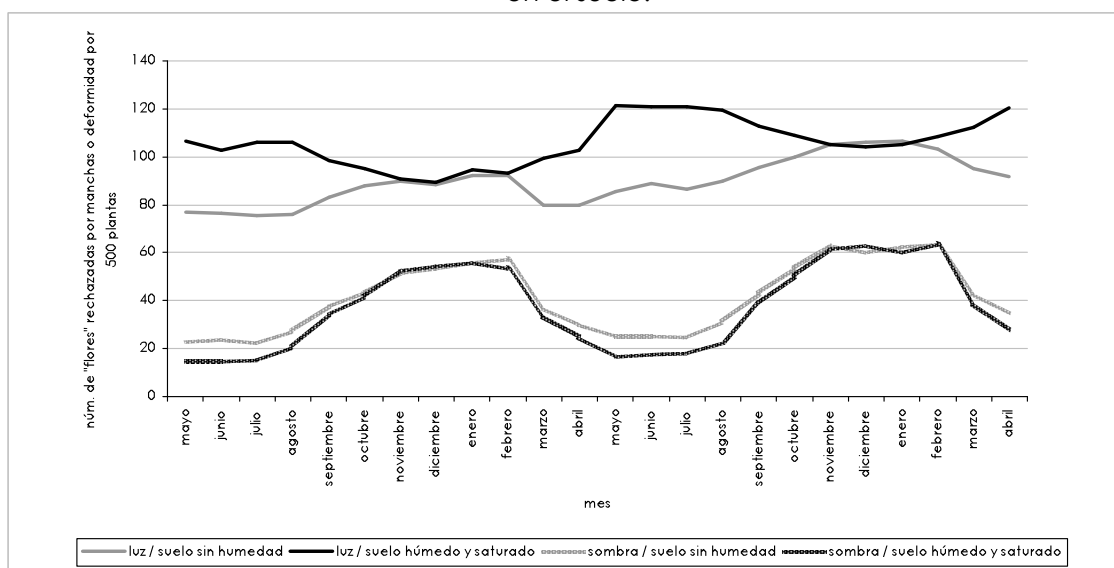
<b>CALIDAD DE LAS "FLORES" PRODUCIDAS</b>				
PLANTACIÓN	1	2	3	4
Tipo de exposición a la luz solar	luz solar directa	luz solar directa	sombra	sombra
Nivel de humedad en el suelo	suelos sin humedad	suelos húmedos y saturados	suelos sin humedad	suelos húmedos y saturados
<b>Número de "flores" producidas de primera calidad</b>				
Prom. por mes por 500 plantas*	298.99	430.65	259.44	305.49
± Desviación estándar	(±111.04)	(±35.19)	(±29.91)	(±26.97)
% de las "flores" producidas	58%	65%	78%	80%
Probabilidad (significancia)	1.49E-45 (0.05)			
Hipótesis nula	La interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el núm. de "flores" de calidad A producidas.			
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada			
<b>Número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades</b>				
Prom. por mes por 500 plantas*	89.65	106.04	41.39	37.22
± Desviación estándar	(±9.92)	(±9.96)	(±14.55)	(±17.54)
% de las "flores" producidas	17%	16%	12%	10%
Probabilidad (significancia)	1.08E-110 (0.05)			
Hipótesis nula	La interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el núm. de "flores" rechazadas por manchas o deformidades.			
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada			

\*72 repeticiones por plantación (medición durante 24 meses en 3 muestras por plantación).

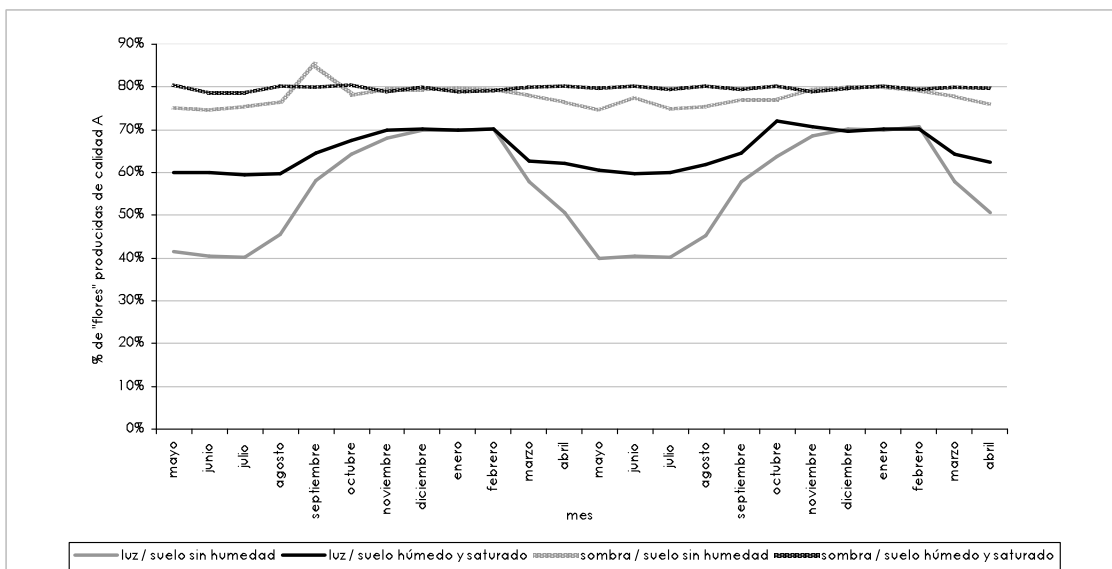
**Figura 7.** Comparación del número de "flores" de primera calidad producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo.



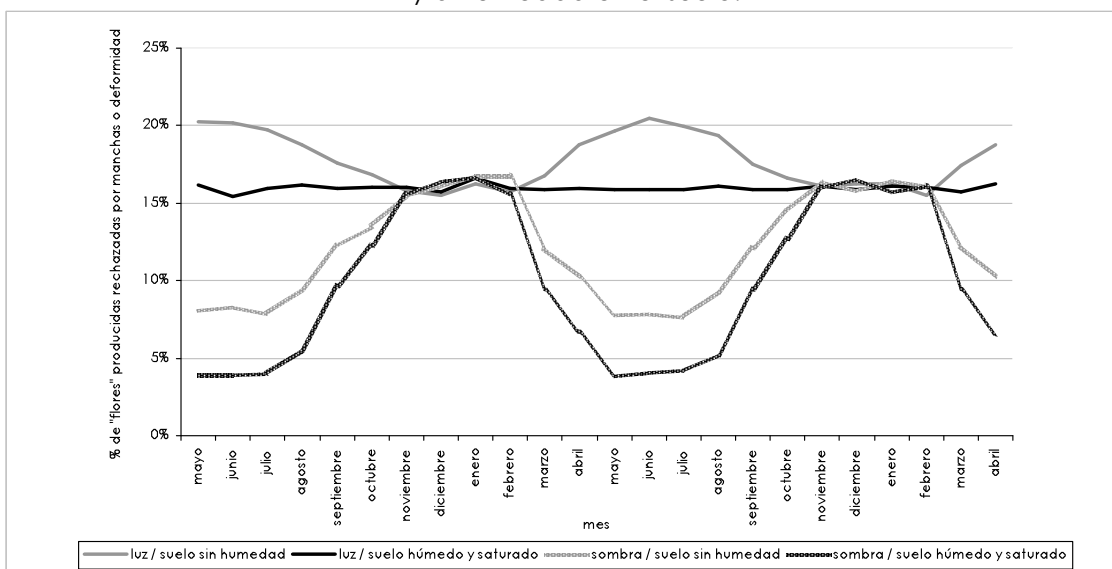
**Figura 8.** Comparación del número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo.



**Figura 9.** Comparación del porcentaje de "flores" de primera calidad producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo.



**Figura 10.** Comparación del porcentaje de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo.



**Cuadro 10.** Comparación de la calidad de las "flores" producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente exposición a luz solar y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente.

<b>CALIDAD DE LAS "FLORES" PRODUCIDAS</b>		
PLANTACIÓN	1 y 2	3 y 4
Tipo de exposición a la luz solar	luz solar directa	sombra
<b>Número de "flores" producidas de primera calidad</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	364.82	282.47
± Desviación estándar	(±105.36)	(±36.60)
% de las "flores" producidas	62%	79%
Probabilidad (significancia)	8.68E-17 (0.05)	
Hipótesis nula	La luz solar no tiene efecto en el núm. de "flores" de calidad A producidas.	
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada	
<b>Número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	97.85	39.31
± Desviación estándar	(±12.86)	(±16.20)
% de las "flores" producidas	17%	11%
Probabilidad (significancia)	2.15E-102 (0.05)	
Hipótesis nula	La luz solar no tiene efecto en el núm. de "flores" rechazadas por manchas o deformidades.	
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada	

\*72 repeticiones por plantación (medición durante 24 meses en 3 muestras por plantación).

<b>Cuadro 11.</b> Comparación de la calidad de las "flores" producidas en cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente.		
<b>CALIDAD DE LAS "FLORES" PRODUCIDAS</b>		
PLANTACIÓN	1 y 3	2 y 4
Nivel de humedad en el suelo	suelos sin humedad	suelos húmedos y saturados
<b>Número de "flores" producidas de primer calidad</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	279.22	368.07
± Desviación estándar	(±83.43)	(±70.14)
% de las "flores" producidas	66%	70%
Probabilidad (significancia)	1.10E-19 (0.05)	
Hipótesis nula	La humedad en el suelo no tiene efecto en el núm. de "flores" de calidad A producidas.	
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada	
<b>Número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	65.52	71.63
± Desviación estándar	(±27.21)	(±37.33)
% de las "flores" producidas	15%	14%
Probabilidad (significancia)	0.11 (0.05)	
Hipótesis nula	La humedad en el suelo no tiene efecto en el núm. de "flores" rechazadas por manchas o deformidades.	
Decisión estadística	Hipótesis nula aceptada	
*72 repeticiones por plantación (medición durante 24 meses en 3 muestras por plantación).		

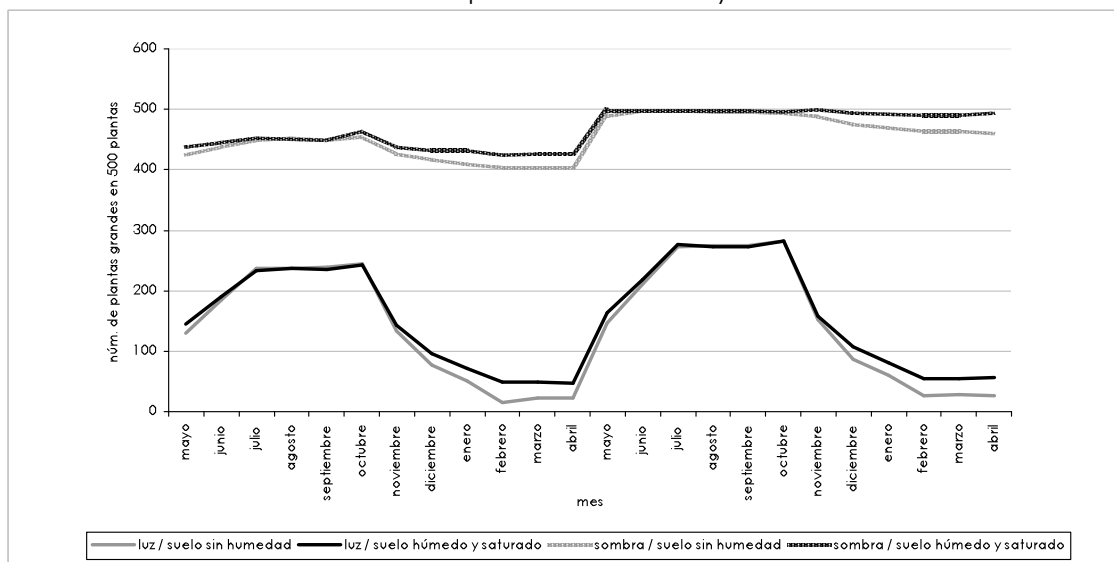
### C. Crecimiento de las plantas en las plantaciones

**Cuadro 12.** Comparación del crecimiento de las plantas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente.

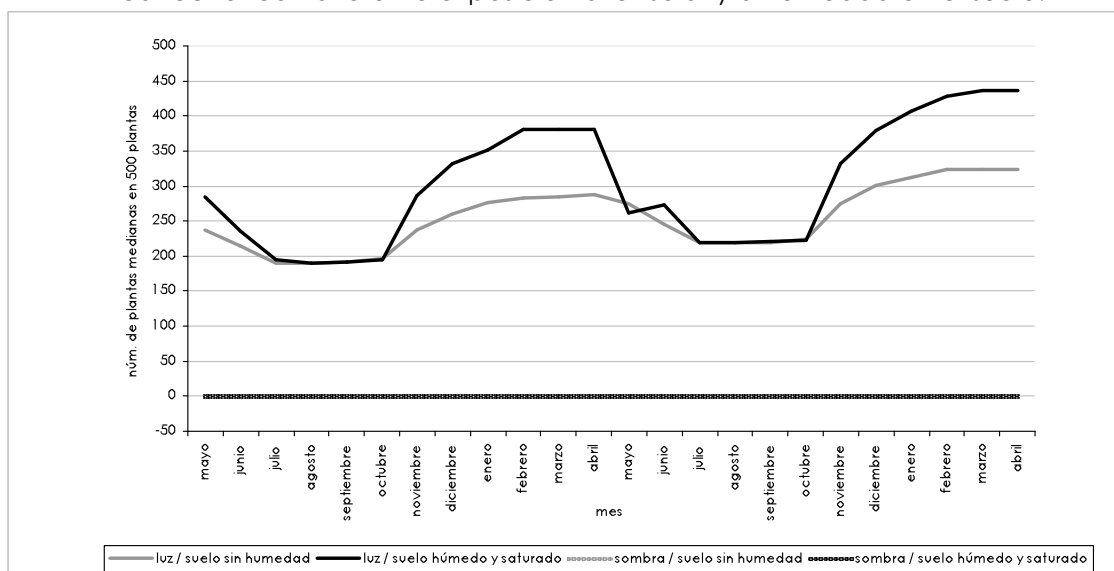
<b>CRECIMIENTO EN LAS PLANTACIONES</b>				
PLANTACIÓN	1	2	3	4
Tipo de exposición a la luz solar	luz solar directa	luz solar directa	sombra	sombra
Nivel de humedad en el suelo	suelos sin humedad	suelos húmedos y saturados	suelos sin humedad	suelos húmedos y saturados
<b>Número de plantas grandes</b>				
Prom. por mes por 500 plantas*	143.10	155.78	455.69	468.08
± Desviación estándar	(±96.96)	(±85.61)	(±32.74)	(±29.31)
% de las "flores" producidas	29%	31%	91%	94%
Probabilidad (significancia)	2.83E-113 (0.05)			
Hipótesis nula	La interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el núm. de plantas grandes.			
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada			
<b>Número de plantas medianas</b>				
Prom. por mes por 500 plantas*	254.63	301.81	0.00	0.00
± Desviación estándar	(±44.70)	(±86.37)	(±0.00)	(±0.00)
% de las "flores" producidas	51%	60%	0%	0%
Probabilidad (significancia)	6.27E-138 (0.05)			
Hipótesis nula	La interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el núm. de plantas medianas.			
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada			

\*72 repeticiones por plantación (medición durante 24 meses en 3 muestras por plantación).

**Figura 11.** Comparación del número de plantas grandes en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo.



**Figura 12.** Comparación del número de plantas medianas en cuatro plantaciones de "cartucho" con diferente exposición a luz solar y a humedad en el suelo.



**Cuadro 13.** Comparación del crecimiento de las plantas en cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente exposición a luz solar y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente.

<b>CRECIMIENTO EN LAS PLANTACIONES</b>		
PLANTACIÓN	1 y 2	2 y 3
Tipo de exposición a la luz solar	luz solar directa	sombra
<b>Número de plantas grandes</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	149.44	461.89
± Desviación estándar	(±91.36)	(±31.58)
% de las plantas	30%	92%
Probabilidad (significancia)	6.30E-116 (0.05)	
Hipótesis nula	La luz solar no tiene efecto en el núm. de plantas grandes.	
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada	
<b>Número de plantas medianas</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	278.22	0.00
± Desviación estándar	(±72.50)	(±0.00)
% de las plantas	56%	0%
Probabilidad (significancia)	2.63E-134 (0.05)	
Hipótesis nula	La luz solar no tiene efecto en el núm. de plantas medianas.	
Decisión estadística	Hipótesis nula rechazada	

\*72 repeticiones por plantación (medición durante 24 meses en 3 muestras por plantación).

**Cuadro 14.** Comparación del crecimiento de las plantas en cuatro plantaciones de "cartucho" agrupadas por la diferente humedad en el suelo y el resultado del análisis de varianza univariado correspondiente.

<b>CRECIMIENTO EN LAS PLANTACIONES</b>		
PLANTACIÓN	1 y 3	2 y 4
Nivel de humedad en el suelo	suelos sin humedad	suelos húmedos y saturados
<b>Número de plantas grandes</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	299.40	311.93
± Desviación estándar	(±172.63)	(±169.17)
% de las plantas	60%	62%
Probabilidad (significancia)	0.53 (0.05)	
Hipótesis nula	La humedad del suelo no tiene efecto en el núm. de plantas grandes.	
Decisión estadística	Hipótesis nula aceptada	
<b>Número de plantas medianas</b>		
Prom. por mes por 500 plantas*	127.31	150.90
± Desviación estándar	(±131.58)	(±163.20)
% de las plantas	25%	30%
Probabilidad (significancia)	0.18 (0.05)	
Hipótesis nula	La humedad del suelo no tiene efecto en el núm. de plantas medianas.	
Decisión estadística	Hipótesis nula aceptada	
*72 repeticiones por plantación (medición durante 24 meses en 3 muestras por plantación).		

## IV. DISCUSIÓN

### A. Productividad de las plantaciones

Las hipótesis nulas: –los diferentes tipos de exposición a la luz solar no tienen efecto en el número de "flores" producidas– y –la diferencia en el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" producidas–, fueron rechazadas (Cuadro 7 y 8).

Es decir que, en las plantaciones estudiadas, sembrar las plantas de "cartucho" bajo luz solar directa o bajo la sombra de los árboles utilizando, independientemente, suelos sin humedad (y sin riego dependientes al régimen de lluvias) o suelos húmedos y saturados (alimentados e inundados por riachuelos presentes) tuvo un efecto en la cantidad de "flores" producidas (Cuadro 7 y 8).

Las plantaciones con mayor número de "flores" producidas fueron las sembradas bajo luz solar directa, 513 y 664 "flores"/500 plantas/mes (1.0 y 1.3 "flores"/planta/mes). Y las con menor número, las sembradas bajo la sombra de los árboles, 333 y 383 "flores"/500 plantas/mes (0.67 y 0.73 "flores"/planta/mes). En ambos casos, las plantaciones en suelos húmedos y saturados fueron más productivas que las en suelos sin humedad. Probablemente, se deba a una elevada actividad fotosintética y metabólica por una mayor exposición a la luz y a la disponibilidad de agua y nutrientes (Cuadro 6).

De febrero a julio se redujo la producción de "flores" en las plantaciones en suelos sin humedad, con y sin sombra, a pesar del incremento en las horas luz de esa época del año y del inicio de las lluvias a finales de mayo. Esto puede estar relacionado al estrés metabólico en las plantas por la reducción crítica de humedad en el suelo provocada por la mayor incidencia solar y el aumento de temperatura en esa época del año, que corresponde a la primavera y al verano boreal. Por el contrario, las plantaciones en suelos húmedos y saturados, con y sin sombra, redujeron su producción durante los meses de agosto a enero. Se considera que, ya que las otras plantaciones presentaron el comportamiento contrario, este descenso no puede explicarse en términos de la disminución de las horas luz o del aumento de la nubosidad en esa

época del año. Por lo tanto, puede plantearse que el estrés mecánico que sufren las plantas por el aumento del caudal de los riachuelos y de sus áreas de inundación es el responsable de la reducción en la producción (figura 6). Esto aún es discutible y requiere más estudio, porque incluso la razón podría deberse únicamente a una deficiente recolección de flor por parte de la persona encargada de la cosecha debido a la dificultad en el acceso a estas áreas inundadas.

La hipótesis nula: –la interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" producidas–, fue rechazada (Cuadro 6).

El echo de que la interacción entre la exposición a la luz y el nivel de humedad en el suelo afecten la productividad de las plantas puede deberse a, que en condiciones climáticas no controladas, la incidencia de luz solar y el aumento relacionado de temperatura determinan la humedad de los suelos y, a su vez, las lluvias y la nubosidad que mejoran la humedad en los suelos reducen la exposición a la luz solar, exacerbando así el efecto que estas variables tienen por sí solas sobre las plantas.

Por lo tanto, parece factible aumentar la productividad de las plantaciones de "cartucho" en condiciones controladas (aún conservando la intención de no causar excesivo impacto en el bosque) introduciendo un sistema de riego que homogenice durante el año la humedad del suelo, utilizando sombras para reducir la temperatura durante la primavera y el verano boreal y aumentando la exposición a la luz solar durante el resto del año. Aunque, esto último se discute con los resultados mostrados más adelante.

En la mayoría de cultivos la rentabilidad se considera evaluando la productividad por área cultivada (por ejemplo flores producidas por metro cuadrado). Sin embargo, en este estudio debido a la variabilidad en el espaciamiento entre plantas por la presencia de árboles, la productividad se evaluó por planta no por área.

En general, se observó un aumento anual gradual en la productividad de las plantaciones, debido al aumento del tamaño del rizoma y por tanto del número de yemas vegetativas y florales (Figura 6).

## B. Calidad de las "flores" producidas

Las hipótesis nulas: –los diferentes tipos de exposición a la luz solar no tienen efecto en el número de "flores" producidas de primera calidad (flor mayor a 15cm y tallo mayor a 70cm)– y –la diferencia en el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" producidas de primera calidad–, fueron rechazadas (Cuadro 10 y 11).

Es decir que, en las plantaciones estudiadas, sembrar las plantas de "cartucho" bajo luz solar directa o bajo la sombra de los árboles utilizando, independientemente, suelos sin humedad (y sin riego dependientes al régimen de lluvias) o suelos húmedos y saturados (alimentados e inundados por riachuelos presentes) tuvo un efecto en la cantidad de "flores" producidas de primera calidad (Cuadro 10 y 11).

Las plantaciones que produjeron mayor número de "flores" de primera calidad fueron las establecidas en suelos húmedos y saturados, 431 y 305 "flores"/500 plantas/mes (0.86 y 0.61 "flores"/planta/mes). Y las que produjeron menor número fueron las establecidas en suelos sin humedad ni riego, 299 y 259 "flores"/500 plantas/mes (0.60 y 0.52 "flores"/planta/mes). En ambos casos, las plantaciones con luz solar directa produjeron más "flores" de primera calidad que las con sombra (Cuadro 9).

Sin embargo, debido a la diferencia de productividad en cada plantación, resulta de mayor utilidad comparar el porcentaje de "flores" de primera calidad de la producción total de cada plantación. De esta forma, contrariamente a lo observado en la producción total de "flores", los porcentajes mayores de primera calidad, 80 y 78%, se registraron bajo la sombra y los menores con luz solar directa, 65 y 58%. Siendo, para ambos casos, mayores en suelos húmedos y saturados (Cuadro 9). Esto confirma la utilidad de usar sombras, práctica ya reconocida y utilizada en otros cultivos, para estimular la elongación de las flores y los tallos florales, permitiendo cumplir con la calidad requerida por el mercado internacional.

Es importante evaluar y tomar en cuenta la rentabilidad de producir mucha "flor" pero de baja calidad. Como en el caso de la plantación con luz solar directa y con suelos húmedos y saturados, que produjo en total 664 "flores"/500 plantas/mes pero solo 431 fueron de primera calidad, en cuya cosecha se empleó mano de obra para un producto de menor calidad y menor precio. Comparado con la plantación bajo

sombra y con suelos húmedos y saturados, en la que se produjo menos "flor", 363 "flores"/500 plantas/mes, pero 305 de ellas de primera calidad. Se sugiere aumentar la calidad en las plantaciones expuestas a luz solar o aumentar la producción total en las plantaciones con sombra. Siendo este último caso el más interesante para este estudio.

La tendencia durante el año de los porcentajes de "flor" producida de primera calidad en cada una de las plantaciones fue similar. Mostrando una reducción en los meses de febrero a julio, correspondientes a la primavera y al verano boreal, sobre todo en la plantación sin sombra y sin humedad. El aumento de las horas luz, de la intensidad lumínica y de temperatura correspondiente a esa época del año podría ser la razón de la inhibición en la elongación vegetativa (Figura 9).

La hipótesis nula: –la interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" producidas de primera calidad–, fue rechazada (Cuadro 9).

La interacción entre la exposición a la luz y el nivel de humedad en el suelo probablemente afecten la cantidad de "flores" de primera calidad producidas en las plantaciones de cartucho estudiadas, al crear condiciones ambientales específicas de temperatura ambiental, temperatura en el suelo y disponibilidad de agua. Favoreciendo o desincentivando la absorción de agua en los tallos florales de cartucho, cuyo contenido estructural y demanda de agua es muy elevada.

Es importante notar que es necesario profundizar el estudio de la participación hormonal y su estimulación lumínica en la elongación de las flores y tallos florales del "cartucho". Aunque, para efectos prácticos, parece suficiente aumentar la sombra durante el verano boreal permitiendo aumentar la producción total de "flores", mejorar la proporción de "flores" grandes y tallos largos mejorando la humedad del suelo y reducir la sombra durante el otoño y el invierno boreal para estimular la producción.

Aunque únicamente en forma cualitativa, se observó que las "flores" provenientes de las plantaciones con sombra presentaron mayor turgencia y mejor capacidad de rehidratación y durabilidad en la post cosecha, características deseables para el mercadeo exitoso de la flor.

La hipótesis nula: –los diferentes tipos de exposición a la luz solar no tienen efecto en el número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades–, fue rechazada (Cuadro 10). Y, la hipótesis nula: –la diferencia en el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades–, fue aceptada (Cuadro 11).

No se esperaba que, únicamente el tipo de exposición a la luz solar tuviera un efecto en la cantidad de "flores" rechazadas por manchas o deformidades. Porque se consideraba que, en forma independiente, la luz solar y el exceso de agua en el suelo causarían estrés en las plantas aumentando su susceptibilidad a plagas y enfermedades, principalmente a daños por hongos y bacterias. Sin embargo, los suelos húmedos y saturados y los suelos sin humedad no mostraron un efecto significativo.

Los mayores porcentajes de "flores" rechazadas se obtuvieron en las plantaciones bajo luz solar directa, 16% (106 "flores"/500 plantas/mes) en suelos húmedos y saturados y 17% (90 "flores"/500 plantas/mes) en suelos sin humedad. Y, los menores porcentaje en las plantaciones bajo la sombra de los árboles, 12% (41 "flores"/500 plantas/mes) en suelos húmedos y saturados y 10% (37 "flores"/500 plantas/mes) en suelos sin humedad (cuadro 9). Probablemente esto se deba a que las plantas bajo la luz solar directa sembradas a campo abierto tienen mayor exposición a las plagas al carecer de barreras naturales cercanas y están expuestas a temperaturas más elevadas que favorecen la incidencia de algunas fisiopatías (aún no estudiadas), plagas y enfermedades. Adicionalmente, pudo observarse que la cobertura de los árboles utilizada como sombra actuó de barrera protectora contra fuertes lluvias, granizo y heladas.

El porcentaje de "flores" rechazadas de la plantación bajo luz solar y en suelos húmedos y saturados no varió durante el año. Sin embargo, el de la plantación bajo la luz solar y en suelos sin humedad sí aumentó en los meses de febrero a junio, correspondientes a la época seca cuando la temperatura, las horas luz y la incidencia lumínica aumentan (Figura 10). Mientras que, por el contrario, el porcentaje de "flores" rechazadas de la plantación bajo sombra (en los dos tipos de suelo) aumentó de julio a diciembre. Coincidiendo con la época lluviosa, el aumento de humedad relativa y nubosidad, la reducción de horas luz y el descenso de la temperatura en los últimos meses del año (Figura 10).

Es importante resaltar que aunque parte de las "flores" rechazadas por manchas o deformidades podría evitarse y entenderse mejor sus causas, para porcentajes tan bajos en plantaciones orgánicas de bajo mantenimiento, no parece una actividad rentable. A diferencia de concentrarse en mejorar el nivel de producción de "flores" de calidad A y de flores totales que sí tendría un impacto mayor en el número de "flores" comercializadas.

La hipótesis nula: –la interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades–, fue rechazada (Cuadro 9).

La interacción entre la exposición a la luz y el nivel de humedad en el suelo probablemente afecten la cantidad de "flores" rechazadas por la diversidad de factores involucrados en el criterio de rechazo. En general, las manchas y deformidades que dieron lugar a la decisión de rechazo para la venta fueron el resultado de daño causado mecánicamente, por plagas, por enfermedades o por fisiopatías. Los daños más comunes observados fueron causados por fuertes lluvias, granizo, heladas, golpes al momento de la cosecha, insectos (principalmente mordeduras de orugas de *Spodoptera* spp., grillos y babosas), hongos (principalmente manchas por *Alternaria* spp.) y fisiopatías ("flor" retorcida).

### **C. Crecimiento de las plantas en las plantaciones**

Las hipótesis nulas: –los diferentes tipos de exposición a la luz solar no tienen efecto en el número de plantas grandes existentes (con más de 6 hojas mayores a 25cm de largo)– y –los diferentes tipos de exposición a la luz solar no tiene efecto en el número de plantas medianas existentes (con más de 6 hojas menores a 25cm de largo)–, fueron rechazadas (Cuadro 13).

Las hipótesis nulas: –la diferencia en el nivel de humedad del suelo no tiene efecto en el número de plantas grandes existentes– y –la diferencia en el nivel de humedad del suelo no tiene efecto en el número de plantas medianas existentes–, fueron aceptadas (Cuadro 14).

Es decir que, en las plantaciones estudiadas, sembrar las plantas de "cartucho" bajo luz solar directa o bajo la sombra de los árboles tuvo un efecto en la cantidad de plantas grandes y medianas existentes. Pero el establecimiento de las plantaciones en suelos sin humedad o suelos húmedos y saturados no tuvo un efecto en la cantidad de plantas grandes y medianas existentes. De nuevo, para las variables estudiadas, la humedad en el suelo parece haber tenido menor influencia que la exposición de luz.

En las plantaciones con sombra la mayoría de plantas eran grandes. No se encontraron plantas medianas y se registraron 468 plantas grandes (94%), en suelos húmedos y saturados, y 456 plantas grandes (91%), en suelos sin humedad.

En contraste, en las plantaciones expuestas a la luz solar directa muchas plantas eran medianas y otras pocas grandes. Se registraron, 302 plantas medianas (60%) en suelos húmedos y saturados y 255 plantas medianas (51%) en suelos sin humedad. El registro de plantas grandes fue menor, 156 (31%) en suelos húmedos y saturados y 143 (29%) en suelos sin humedad (Cuadro 12).

Aunque visualmente era evidente que en las plantaciones con sombra el número de plantas grandes era mayor, y podría explicarse en términos de la estimulación que tiene la sombra en la elongación vegetal, también se esperaba que las plantaciones establecidas en suelos húmedos y saturados tuvieran mayor número de plantas grandes. Es posible que, por lo menos para las plantaciones bajo la sombra de los árboles, este efecto no marcara una diferencia significativa porque en los suelos sin humedad ni riego los árboles podrían estar conservando la humedad del suelo. De echo las tensiones registradas en esa plantación fueron menores (10-37kPa) que las en suelo sin humedad bajo la luz directa del sol (10-50kPa). Pero esto no explica porque en las plantas expuestas al sol tampoco se observa una diferencia significativa.

Para ambos casos, en las plantaciones bajo luz solar directa y sombra, se observó una reducción en el número de plantas grandes de octubre a abril, correspondiente a la época seca y a las temperaturas bajas del otoño e invierno boreal, que podría estar relacionada con la reducción de formación de follaje y el aumento de reservas en el rizoma por las temperaturas bajas del suelo (Figura 11). Sin embargo, esto es discutible porque de ser así, la reducción de la cantidad de plantas medianas debería haberse

comportado de la misma forma y por el contrario, su reducción se observó durante el periodo de abril a octubre.

Las hipótesis nulas: –la interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de plantas grandes existentes– y –la interacción entre el tipo de exposición a la luz solar y el nivel de humedad en el suelo no tiene efecto en el número de plantas medianas existentes–, fueron rechazadas (Cuadro 12).

Estos datos describen bien lo que pudo observarse en las plantaciones aunque no identifiquen claramente la influencia de los factores involucrados. Ya que podía observarse que las plantas de las plantaciones con sombra eran más grandes y vigorosas mientras que las plantas de plantaciones bajo la luz directa del sol eran más pequeñas, compactas y con muchas hojas. Fue por esta razón que se consideró importante analizar que estaba produciendo este efecto. Aunque, quizás la comparación adecuada hubiera sido, no el tamaño de las hojas, sino el área fotosintética disponible.

Es indispensable tomar en cuenta que como parte de las labores culturales se realizó limpiezas quincenales a las plantaciones. En las cuales, se eliminó el exceso de hojas y se retiraron las hojas dañadas y viejas. Definitivamente, esto tiene que haber afectado la veracidad del resultado del análisis de estas dos últimas variables estudiadas, la cantidad de plantas grandes y medianas existentes, porque su tamaño fue determinado por el conteo de las hojas presentes.

## **D. General**

El establecimiento exitoso de la plantación de "flores" de "cartucho", en uno de los remanentes de bosque de liquidámbar, pino y ciprés de la Finca Camelot con fines comerciales, mostró la factibilidad de desarrollar actividades económicas que justifiquen e incentiven la conservación de los árboles.

Y este estudio, sobre el crecimiento del "cartucho" sembrado en el bosque y su comparación con el "cartucho" sembrado a campo abierto, permitió ampliar la

información sobre el efecto que tiene la sombra de los árboles y los suelos húmedos y saturados de orillas de los riachuelos sobre la productividad y el crecimiento de las plantas y la calidad de las flores. Esta información puede ser utilizada para optimizar la producción de "flores" de "cartucho" bajo coberturas boscosas. Aunque la extrapolación de los datos se encuentra limitada a regiones geográficas y bosques similares. Por lo que se sugiere se realicen estudios análogos en otras regiones y bajo otro tipo de bosque.

Los resultados positivos obtenidos cultivando el "cartucho" de forma orgánica, prescindiendo de químicos para fertilizar y controlar plagas y enfermedades, evidenciaron la posibilidad de cultivar esta planta con bajo mantenimiento e impacto al ecosistema circundante.

## V. CONCLUSIONES

Para las plantaciones estudiadas, dedicadas al cultivo de "flor" de "cartucho" (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Sprengel), ubicadas en Finca Camelot en la región de Potrero Carrillo de Jalapa en Guatemala, expuestas a luz solar directa o a sombra de 40-85% de árboles de liquidámbar (*Liquidambar macropylla* Oerst), pino (*Pinus oocarpa*) y ciprés (*Cupressus lusitanica*) y establecidas en suelos húmedos y saturados (alimentados por la humedad de riachuelos con 0-10kPa de tensión) o en suelos sin humedad (dependientes al régimen de lluvias y sin riego con 10-50kPa de tensión) se determinó lo siguiente:

- El número de "flores" producidas fue mayor en plantaciones expuestas a la luz solar directa que a la sombra.
- El número de "flores" producidas fue mayor en plantaciones establecidas en suelos húmedos y saturados que en suelos sin humedad.
- El número de "flores" producidas fue mayor en plantaciones expuestas a la luz solar directa y establecidas en suelos húmedos y saturados que a la sombra y en suelos sin humedad.
- El porcentaje de "flores" de primera calidad (flor mayor a 15cm y tallo mayor a 70cm) fue mayor en plantaciones expuestas a la sombra que a la luz solar directa.
- El porcentaje de "flores" de primera calidad fue mayor en plantaciones establecidas en suelos húmedos y saturados que en suelos sin humedad.
- El porcentaje de "flores" de primera calidad fue mayor en plantaciones expuestas a la sombra y establecidas en suelos húmedos y saturados que a la luz solar directa y en suelos sin humedad.
- El porcentaje de "flores" rechazadas por manchas o deformidades fue mayor en plantaciones expuestas a la luz solar directa que a la sombra.

- El porcentaje de "flores" rechazadas por manchas o deformidades fue igual en plantaciones establecidas en suelos húmedos y saturados y en suelos sin humedad.
- El porcentaje de "flores" rechazadas por manchas o deformidades fue mayor en plantaciones expuestas a la luz solar directa y establecidas en suelos sin humedad que a la sombra y en suelos húmedos y saturados.
- El número de plantas grandes (con más de 6 hojas mayores a 25cm de largo) fue mayor en plantaciones expuestas a la sombra que a la luz solar directa.
- El número de plantas grandes fue igual en plantaciones establecidas en suelos húmedos y saturados y en suelos sin humedad.
- El número de plantas grandes fue mayor en plantaciones expuestas a la sombra y establecidas en suelos húmedos y saturados que a la luz solar directa y en suelos sin humedad.
- El número de plantas medianas (con más de 6 hojas menores a 25cm de largo) fue mayor en plantaciones expuestas a la luz solar directa que a la sombra, en la cual no se registró ninguna.
- El número de plantas medianas fue igual en plantaciones establecidas en suelos húmedos y saturados y en suelos sin humedad.
- No se registraron plantas medianas en plantaciones expuestas a la sombra. Y a la luz solar directa, el número fue mayor en plantaciones establecidas en suelos húmedos y saturados que en suelos sin humedad.

## VI. RECOMENDACIONES

Para optimizar el rendimiento económico en una plantación dedicada a la producción de "flores" de "cartuchos" es necesario incrementar la producción de "flores", aumentar el porcentaje de "flores" de primera calidad, reducir el porcentaje de "flores" rechazadas y mejorar el crecimiento de las plantas.

Ya que en las plantaciones establecidas en suelos con mayor humedad se registraron mayores producciones de "flores" y mejores porcentajes de "flores" de primera calidad, se recomienda implementar, principalmente durante la época seca, un sistema de riego en las plantaciones, tanto en campo abierto como bajo coberturas boscosa, que permita incrementar la producción y el porcentaje de "flores" de calidad.

Se encontró que la producción de "flores" fue mayor en las plantaciones expuestas a la luz solar directa. Pero aunque menor, la producción en las plantaciones bajo sombra fue de mejor calidad y presentó menos porcentaje de "flores" rechazadas. Por lo tanto, para plantaciones a campo abierto se recomienda mejorar la calidad de las "flores" y reducir los rechazos utilizando sombras durante los meses de febrero a mayo que reduzcan la intensidad lumínica y bajen la temperatura del cultivo. Y para plantaciones bajo la sombra de los árboles se sugiere incentivar la producción de "flores" con alternativas distintas a la exposición de luz solar, como pueden ser programas intensivos, orgánicos o no, de fertilización.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- AID Chemonics Proexag Proje. CD A. 1994. *Technical information on Zantedeschia and Sandersonia*. Gathered during Barrie McKenzie's visit in Central America. 3 pp.
- Byrd Graf, A. 1976. *Exótica: Pictorial Encyclopedia of exotic plants from tropical and near-tropic regions*. 9na edición serie 3. Publishers Roehrs Company Inc. Rutherford, N. J., USA. 1837 pp.
- Calderón, F. y A. Medina. 1999. *Nutrición en cultivos de flores*. Ball Publishing y Ediciones Hortitecnia Ltda. Bogotá, Colombia. 289 pp.
- Cruz-Castillo, J. G. y A. M. Cardenas. 1997. *El Alcatraz (Zantedeschia spp.) un cultivo nuevo para el trópico de Veracruz, México*. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticultura 41:84-87.
- Cruz-Castillo, J. G.; J. Mendoza-Ramírez y P. A. Torres-Lima. 2000. *Shade, fertilizers and a natural bioregulator to improve Zantedeschia growth in a Mexican tropical upland area*. Manuscript submitted to Editorial Board, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 10 pp.
- Gill, S.; D. Clement y E. Dutky. 2001. *Plagas y enfermedades de los cultivos de flores*. Ball Publishing y Ediciones Hortitecnia Ltda. Bogotá, Colombia. 304 pp.
- Gómez-Pompa, A.; T. Whitmore and M. Hadley. 1991. *Rain forest regeneration and management, man and the biosphere series*. Vol. 6. Unesco and Parthenon Publishing. 457 pp.
- Holdridge, L. R. 1967. *Life zone ecology*. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 206 pp.
- INSIVUMEH. 2001. *Informe de condiciones climáticas de la estación Potrero Carrillo*. 6 pp.

- Márquez, M. P. 1999. *Zantedeschia Calla Lily*. Ediciones Hortitecnia Ltda. Colombia. 54 pp.
- Mondoñedo, J. 1993. *The status of Proexag's subtropical, tropical and exotic cut flower program as of July 1993*. AGEXPRONT. 9 pp.
- Powell, Ch. y R. Lindquist. 1994. *El manejo integrado de los insectos, ácaros, y enfermedades en los cultivos ornamentales*. Ball Publishing. Illinois, USA. 118 pp.
- Reed, D. 1999. *Agua, sustratos y nutrición en los cultivos de flores bajo invernadero*. Ball Publishing y Ediciones Hortitecnia Ltda. Bogotá, Colombia. 310 pp.
- Regier, L.; L. Nilsson and F. Toth. 1991. *Redevelopment of degraded ecosystems, man and the biosphere series*. Vol. 8. Unesco and Parthenon Publishing. 470 pp.
- Ruiz-Sifre, G.; E. Rosa-Márquez y C. Flores-Ortega. 1996. *Zantedeschia aethiopica propagation by tissue culture*. Journal of Agricultural University of Puerto Rico 80(3):193-194.
- Staby, G. 1998. *Poscosecha de las flores y plantas – Guía práctica*. Ediciones Hortitecnia Ltda. Bogotá, Colombia. 200 pp.
- Standley, P. y J. A. Steyermark. 1952. *Flora of Guatemala*. Fieldiana: Botany. Chicago Natural History Museum 24:478 pp.
- Vannesten, J. L. and D. A. Cornish. 1995. *Development of a quantitative bioassay to study the interaction between biological control agents and soft rot Erwinia*. Proceedings 48th NZ Plant Protection Conference 48:354-356.

## VIII. APÉNDICE

### A. Hojas de datos con análisis de varianza univariado

**Cuadro 5. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" en las plantaciones de "cartucho".**

variable medida	número de "flores" producidas por mes por 500 plantas												
plantación	luz solar y suelos sin humedad			luz solar y suelos húmedos y saturados			sombra y suelos sin humedad			sombra y suelos húmedos y saturados			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
muestras de 500 plantas													
I	mayo	380	385	376	665	654	650	285	287	283	380	375	380
	junio	381	380	380	670	665	663	280	285	290	380	388	384
	julio	380	384	382	665	668	660	286	285	285	378	380	387
	agosto	404	408	402	653	654	661	294	285	291	374	370	372
	septiembre	475	469	479	648	625	615	309	305	311	360	356	350
	octubre	524	520	523	595	590	594	325	319	321	344	345	333
	noviembre	570	565	574	570	572	565	333	334	331	336	330	340
	diciembre	571	572	570	570	565	572	333	330	336	333	329	331
	enero	570	565	568	578	560	570	341	323	334	336	333	333
	febrero	587	584	588	587	584	585	342	340	343	342	340	344
	marzo	475	479	474	648	630	628	309	310	300	358	356	350
	II	abril	428	420	424	641	644	650	297	295	294	368	366
mayo		436	435	438	758	763	769	327	323	330	436	440	430
junio		430	436	440	763	766	759	321	320	327	436	430	438
julio		436	436	430	763	761	758	327	326	328	436	433	434
agosto		463	466	460	749	740	744	330	334	338	425	430	429
septiembre		545	543	546	709	708	711	356	356	354	409	412	406
octubre		590	600	611	684	690	681	368	370	370	390	399	395
noviembre		650	654	655	654	650	655	380	390	382	382	380	390
diciembre		654	650	650	660	655	654	382	378	384	381	382	382
enero		654	655	655	654	650	658	380	380	382	382	384	378
febrero		654	670	672	680	670	674	393	400	390	393	390	398
marzo		545	543	548	709	715	720	354	352	350	409	406	414
abril	491	487	490	736	740	741	345	343	341	422	420	423	
suma por muestra	12,293	12,306	12,335	15,949	15,919	15,937	7,997	7,970	7,995	9,190	9,174	9,191	
promedio mensual por muestra	512	513	514	665	663	664	333	332	333	383	382	383	
desviación estándar por muestra	92.87	93.51	95.49	61.30	62.94	62.39	32.63	34.12	32.76	32.86	34.10	34.30	
suma de 72 repeticiones	36,934.00			47,805.00			23,962.00			27,555.00			
promedio mensual	512.97			663.96			332.81			382.71			
desviación estándar	92.63			61.34			32.71			33.28			
varianza	8,580.68			3,762.10			1,069.71			1,107.65			
suma de cuadrados entre grupos	4,742,631.47												
suma de cuadrados dentro de grupos	1,030,928.97												
suma de cuadrados total	5,773,560.44												
grados de libertad entre grupos	3.00												
grados de libertad dentro de grupos	284.00												
grados de libertad total	287.00												
promedio de cuadrados entre	1,580,877.16												
promedio de cuadrados dentro	3,630.03												
F	435.50												
probabilidad	6.93E -106												
valor crítico para F	2.64												
significancia	0.05												
hipótesis nula	la interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" producidas												
criterio para hipótesis nula	rechazada												

Cuadro 16. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la producción de "flores" en las plantaciones de "cartucho".													
variable medida	número de "flores" producidas por mes por 500 plantas												
plantación	luz solar						sombra						
	suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados			suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados			
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
I	mayo	380	385	376	665	654	650	285	287	283	380	375	380
	junio	381	380	380	670	665	663	280	285	290	380	388	384
	julio	380	384	382	665	668	660	286	285	285	378	380	387
	agosto	404	408	402	653	654	661	294	285	291	374	370	372
	septiembre	475	469	479	618	625	615	309	305	311	360	356	350
	octubre	524	520	523	595	590	594	325	319	321	344	345	333
II	noviembre	570	565	574	570	572	565	333	334	331	336	330	340
	diciembre	571	572	570	570	565	572	333	330	336	333	329	331
	enero	570	565	568	578	560	570	341	323	334	336	333	333
	febrero	587	584	588	587	584	585	342	340	343	342	340	344
	marzo	475	479	474	618	630	628	309	310	300	358	356	350
	abril	428	420	424	641	644	650	297	295	294	368	366	370
III	mayo	436	435	438	758	763	769	327	323	330	436	440	430
	junio	430	436	440	763	766	759	321	320	327	436	430	438
	julio	436	436	430	763	761	758	327	326	328	436	433	434
	agosto	463	466	460	749	740	744	330	334	338	425	430	429
	septiembre	545	543	546	709	708	711	356	356	354	409	412	406
	octubre	590	600	611	684	690	681	368	370	370	390	399	395
IV	noviembre	650	654	655	654	650	655	380	390	382	382	380	390
	diciembre	654	650	650	660	655	654	382	378	384	381	382	382
	enero	654	655	655	654	650	658	380	380	382	382	384	378
	febrero	654	670	672	680	670	674	393	400	390	393	390	398
	marzo	545	543	548	709	715	720	354	352	350	409	406	414
	abril	491	487	490	736	740	741	345	343	341	422	420	423
suma por muestra	12,293	12,306	12,335	15,949	15,919	15,937	7,997	7,970	7,995	9,190	9,174	9,191	
promedio mensual por muestra	512	513	514	665	663	664	333	332	333	383	382	383	
desviación estándar por muestra	92.87	93.51	95.49	61.30	62.94	62.39	32.63	34.12	32.76	32.86	34.10	34.30	
suma de 72 repeticiones	84,739.00						51517.00						
promedio mensual repeticiones	588.47						357.76						
desviación estándar repeticiones	108.94						41.33						
varianza	11,867.29						1,707.99						
suma de cuadrados entre grupos							3,832,296.13						
suma de cuadrados dentro de grupos							1,941,264.32						
suma de cuadrados total							5,773,560.44						
grados de libertad entre grupos							100						
grados de libertad dentro de grupos							286.00						
grados de libertad total							287.00						
promedio de cuadrados entre							3,832,296.13						
promedio de cuadrados dentro							6,787.64						
F							564.60						
probabilidad							1.17E -69						
valor crítico para F							3.87						
significancia							0.05						
hipótesis nula	la cantidad de luz solar no tiene efecto en el número de "flores" producidas												
criterio para hipótesis nula	rechazada												

**Cuadro 17. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" en las plantaciones de "cartucho".**

variable medida	número de "flores" producidas por mes por 500 plantas													
plantación	suelos sin humedad						suelos húmedos y saturados							
	luz solar			sombra			luz solar			sombra				
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
I	mayo	380	385	376	285	287	283	665	654	650	380	375	380	
	junio	381	380	380	280	285	290	670	665	663	380	388	384	
	julio	380	384	382	286	285	285	665	668	660	378	380	387	
	agosto	404	408	402	294	285	291	653	654	661	374	370	372	
	septiembre	475	469	479	309	305	311	618	625	615	360	356	350	
	octubre	524	520	523	325	319	321	595	590	594	344	345	333	
	noviembre	570	565	574	333	334	331	570	572	565	336	330	340	
	diciembre	571	572	570	333	330	336	570	565	572	333	329	331	
	II	enero	570	565	568	341	323	334	578	560	570	336	333	333
		febrero	587	584	588	342	340	343	587	584	585	342	340	344
		marzo	475	479	474	309	310	300	618	630	628	358	356	350
		abril	428	420	424	297	295	294	641	644	650	368	366	370
mayo		436	435	438	327	323	330	758	763	769	436	440	430	
junio		430	436	440	321	320	327	763	766	759	436	430	438	
julio		436	436	430	327	326	328	763	761	758	436	433	434	
agosto		463	466	460	330	334	338	749	740	744	425	430	429	
septiembre		545	543	546	356	356	354	709	708	711	409	412	406	
octubre		590	600	611	368	370	370	684	690	681	390	399	395	
noviembre		650	654	655	380	390	382	654	650	655	382	380	390	
diciembre		654	650	650	382	378	384	660	655	654	381	382	382	
III	enero	654	655	655	380	380	382	654	650	658	382	384	378	
	febrero	654	670	672	393	400	390	680	670	674	393	390	398	
	marzo	545	543	548	354	352	350	709	715	720	409	406	414	
	abril	491	487	490	345	343	341	736	740	741	422	420	423	
suma por muestra	12,293	12,306	12,335	7,997	7,970	7,995	15,949	15,919	15,937	9,190	9,174	9,191		
promedio mensual por muestra	512	513	514	333	332	333	665	663	664	383	382	383		
desviación estándar por muestra	92.87	93.51	95.49	32.63	34.12	32.76	61.30	62.94	62.39	32.86	34.10	34.30		
suma de 72 repeticiones	60,896.00						75,360.00							
promedio mensual	422.89						523.33							
desviación estándar	113.86						149.44							
varianza	12,963.20						22,331.52							
suma de cuadrados entre grupos	726,414.22													
suma de cuadrados dentro de grupos	5,047,146.22													
suma de cuadrados total	5,773,560.44													
grados de libertad entre grupos	100													
grados de libertad dentro de grupos	286.00													
grados de libertad total	287.00													
promedio de cuadrados entre	726,414.22													
promedio de cuadrados dentro	17,647.36													
F	41.16													
probabilidad	5.79E -10													
valor crítico para F	3.87													
significancia	0.05													
hipótesis nula	la humedad del suelo no tiene efecto en el número de "flores" producidas													
criterio para hipótesis nula	rechazada													

**Cuadro 15. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" de primera calidad en las plantaciones de "cartucho".**

variable medida	número de "flores" de primera calidad producidas por mes por 500 plantas ("flor" mayor a 5cm y tallo mayor a 70cm)											
plantación	luz solar y suelos sin humedad			luz solar y suelos húmedos y saturados			sombra y suelos sin humedad			sombra y suelos húmedos y saturados		
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
mayo	154	160	159	401	392	387	214	210	220	304	310	300
junio	153	155	152	399	404	396	213	213	214	303	301	304
julio	152	155	154	388	399	400	214	219	213	304	298	299
agosto	183	180	191	399	381	395	222	220	225	298	300	299
septiembre	276	270	280	399	395	405	306	244	238	285	287	283
octubre	337	340	331	399	396	404	253	253	250	276	275	274
noviembre	385	380	399	399	398	396	267	260	266	269	260	266
diciembre	399	395	405	401	400	399	266	261	267	266	260	268
enero	399	398	395	390	405	399	260	266	270	266	267	260
febrero	411	412	410	411	405	415	274	271	271	270	270	274
marzo	276	265	286	399	395	380	241	240	238	285	281	286
abril	214	209	220	397	410	398	222	229	227	295	290	301
mayo	174	170	179	458	460	467	245	244	244	349	348	347
junio	176	174	178	458	450	461	260	246	245	345	355	349
julio	174	168	180	453	460	458	245	248	244	349	348	339
agosto	210	212	208	456	462	462	253	253	250	343	349	340
septiembre	310	316	320	458	455	460	274	276	271	327	328	320
octubre	375	387	386	457	465	558	290	280	284	315	316	320
noviembre	445	440	458	458	460	465	305	304	308	305	300	304
diciembre	458	450	465	458	455	456	306	305	305	305	304	306
enero	458	460	455	460	458	458	305	310	300	304	310	305
febrero	472	468	470	474	470	478	314	315	309	314	315	310
marzo	316	320	310	455	458	467	270	275	278	327	335	321
abril	245	240	260	458	466	459	258	264	260	336	335	338
suma por muestra	7,152	7,124	7,251	10,285	10,299	10,423	6,277	6,206	6,197	7,340	7,342	7,313
promedio mensual por muestra	298	297	302	429	429	434	262	259	258	306	306	305
desviación estándar por muestra	112.72	112.50	112.63	31.14	32.10	42.45	31.53	30.07	29.28	26.68	29.17	26.12
suma de 72 repeticiones	21,527.00			31,007.00			18,680.00			21,995.00		
promedio mensual	298.99			430.65			259.44			305.49		
desviación estándar	111.04			35.19			29.91			26.97		
varianza	12,330.86			1,238.51			894.90			727.63		
suma de cuadrados entre grupos	1,188,733.09											
suma de cuadrados dentro de grupos	1,078,625.07											
suma de cuadrados total	2,267,358.16											
grados de libertad entre grupos	3.00											
grados de libertad dentro de grupos	284.00											
grados de libertad total	287.00											
promedio de cuadrados entre	396,244.36											
promedio de cuadrados dentro	3,797.98											
F	104.33											
probabilidad	1.49E -45											
valor crítico para F	2.64											
significancia	0.05											
hipótesis nula	la interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" de calidad A producidas											
criterio para hipótesis nula	rechazada											

Cuadro 19. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la producción de "flores" de primera calidad en las plantaciones de "cartucho".														
variable medida	número de "flores" de primera calidad producidas por mes por 500 plantas ("flor" mayor a 5cm y tallo mayor a 70cm)													
plantación	luz solar						sombra							
	suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados			suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados				
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
■	mayo	154	160	159	401	392	387	214	210	220	304	310	300	
	junio	153	155	152	399	404	396	213	213	214	303	301	304	
	julio	152	155	154	388	399	400	214	219	213	304	298	299	
	agosto	183	180	191	399	381	395	222	220	225	298	300	299	
	septiembre	276	270	280	399	395	405	306	244	238	285	287	283	
	octubre	337	340	331	399	396	404	253	253	250	276	275	274	
	noviembre	385	380	399	399	398	396	267	260	266	269	260	266	
	diciembre	399	395	405	401	400	399	266	261	267	266	260	268	
	■	enero	399	398	395	390	405	399	260	266	270	266	267	260
		febrero	411	412	410	411	405	415	274	271	271	270	270	274
		marzo	276	265	286	399	395	380	241	240	238	285	281	286
		abril	214	209	220	397	410	398	222	229	227	295	290	301
mayo		174	170	179	458	460	467	245	244	244	349	348	347	
junio		176	174	178	458	450	461	260	246	245	345	355	349	
julio		174	168	180	453	460	458	245	248	244	349	348	339	
agosto		210	212	208	456	462	462	253	253	250	343	349	340	
septiembre		310	316	320	458	455	460	274	276	271	327	328	320	
octubre		375	387	386	457	465	558	290	280	284	315	316	320	
noviembre		445	440	458	458	460	465	305	304	308	305	300	304	
diciembre		458	450	465	458	455	456	306	305	305	305	304	306	
■	enero	458	460	455	460	458	458	305	310	300	304	310	305	
	febrero	472	468	470	474	470	478	314	315	309	314	315	310	
	marzo	316	320	310	455	458	467	270	275	278	327	335	321	
	abril	245	240	260	458	466	459	258	264	260	336	335	338	
suma por muestra	7,152	7,124	7,251	10,285	10,299	10,423	6,277	6,206	6,197	7,340	7,342	7,313		
promedio mensual por muestra	298	297	302	429	429	434	262	259	258	306	306	305		
desviación estándar por muestra	112.72	112.50	112.63	31.14	32.10	42.45	3153	30.07	29.28	26.68	29.17	26.12		
suma de 72 repeticiones	52,534.00						40,675.00							
promedio mensual	364.82						282.47							
desviación estándar	105.36						36.60							
varianza	11,10158						1,339.26							
suma de cuadrados entre grupos							488,319.03							
suma de cuadrados dentro de grupos							1,779,039.13							
suma de cuadrados total							2,267,358.16							
grados de libertad entre grupos							100							
grados de libertad dentro de grupos							286.00							
grados de libertad total							287.00							
promedio de cuadrados entre							488,319.03							
promedio de cuadrados dentro							6,220.42							
F							78.50							
probabilidad							8.68E -17							
valor crítico para F							3.87							
significancia							0.05							
hipótesis nula	la cantidad de luz solar no tiene efecto en el número de "flores" de calidad A producidas													
criterio para hipótesis nula	rechazada													

Cuadro 20. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" primera calidad en las plantaciones de "cartucho".														
variable medida	número de "flores" de primera calidad producidas por mes por 500 plantas ("flor" mayor a 5cm y tallo mayor a 70cm)													
plantación	suelos sin humedad						suelos húmedos y saturados							
	luz solar			sombra			luz solar			sombra				
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
■	mayo	154	160	159	214	210	220	401	392	387	304	310	300	
	junio	153	155	152	213	213	214	399	404	396	303	301	304	
	julio	152	155	154	214	219	213	388	399	400	304	298	299	
	agosto	183	180	191	222	220	225	399	381	395	298	300	299	
	septiembre	276	270	280	306	244	238	399	395	405	285	287	283	
	octubre	337	340	331	253	253	250	399	396	404	276	275	274	
	noviembre	385	380	399	267	260	266	399	398	396	269	260	266	
	diciembre	399	395	405	266	261	267	401	400	399	266	260	268	
	■	enero	399	398	395	260	266	270	390	405	399	266	267	260
		febrero	411	412	410	274	271	271	411	405	415	270	270	274
		marzo	276	265	286	241	240	238	399	395	380	285	281	286
		abril	214	209	220	222	229	227	397	410	398	295	290	301
mayo		174	170	179	245	244	244	458	460	467	349	348	347	
junio		176	174	178	260	246	245	458	450	461	345	355	349	
julio		174	168	180	245	248	244	453	460	458	349	348	339	
agosto		210	212	208	253	253	250	456	462	462	343	349	340	
septiembre		310	316	320	274	276	271	458	455	460	327	328	320	
octubre		375	387	386	290	280	284	457	465	558	315	316	320	
noviembre		445	440	458	305	304	308	458	460	465	305	300	304	
diciembre		458	450	465	306	305	305	458	455	456	305	304	306	
■	enero	458	460	455	305	310	300	460	458	458	304	310	305	
	febrero	472	468	470	314	315	309	474	470	478	314	315	310	
	marzo	316	320	310	270	275	278	455	458	467	327	335	321	
	abril	245	240	260	258	264	260	458	466	459	336	335	338	
suma por muestra	7,152	7,124	7,251	6,277	6,206	6,197	10,285	10,299	10,423	7,340	7,342	7,313		
promedio mensual por muestra	298	297	302	262	259	258	429	429	434	306	306	305		
desviación estándar por muestra	112.72	112.50	112.63	315.3	30.07	29.28	31.14	32.10	42.45	26.68	29.17	26.12		
suma de 72 repeticiones	40,207.00						53,002.00							
promedio mensual	279.22						368.07							
desviación estándar	83.43						70.14							
varianza	6,960.25						4,920.26							
suma de cuadrados entre grupos	568,444.53													
suma de cuadrados dentro de grupos	1,698,913.63													
suma de cuadrados total	2,267,358.16													
grados de libertad entre grupos	100													
grados de libertad dentro de grupos	286.00													
grados de libertad total	287.00													
promedio de cuadrados entre	568,444.53													
promedio de cuadrados dentro	5,940.26													
F	95.69													
probabilidad	1.10E -19													
valor crítico para F	3.87													
significancia	0.05													
hipótesis nula	la humedad del suelo no tiene efecto en el número de "flores" de calidad A producidas													
criterio para hipótesis nula	rechazada													

**Cuadro 21. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en las plantaciones de "cartucho".**

variable medida	número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades por mes por 500 plantas											
plantación	luz solar y suelos sin humedad			luz solar y suelos húmedos y saturados			sombra y suelos sin humedad			sombra y suelos húmedos y saturados		
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
mayo	76	70	85	101	112	106	22	23	24	15	20	10
junio	76	80	74	106	99	103	23	23	25	15	16	14
julio	76	74	76	108	104	106	24	20	23	15	13	18
agosto	78	75	75	105	103	110	27	25	30	20	22	19
septiembre	84	86	80	100	99	97	37	38	38	34	33	36
octubre	90	87	87	95	94	96	44	40	46	44	40	41
noviembre	91	89	90	91	92	90	53	50	52	54	53	50
diciembre	85	89	91	91	88	89	55	53	53	53	55	55
enero	91	90	96	91	98	95	53	60	54	54	60	53
febrero	89	93	94	95	91	94	60	57	55	55	52	53
marzo	84	80	75	99	95	104	38	33	40	34	30	36
abril	80	81	78	100	105	103	29	32	30	23	26	25
mayo	87	80	90	119	122	123	27	23	26	17	15	18
junio	87	85	95	122	124	117	26	27	23	19	17	17
julio	87	88	85	119	121	122	24	26	25	17	20	18
agosto	89	95	85	120	121	118	31	30	32	20	24	23
septiembre	96	90	100	113	110	115	44	40	45	39	35	42
octubre	98	101	100	110	108	109	52	58	50	50	50	50
noviembre	105	104	107	105	101	109	60	61	68	61	64	60
diciembre	110	103	105	104	105	105	61	60	60	61	68	60
enero	105	110	104	105	109	102	61	63	64	58	61	61
febrero	101	100	108	110	107	108	63	64	63	60	67	63
marzo	96	94	95	114	113	110	44	40	45	39	42	35
abril	92	90	93	119	124	118	34	36	35	28	25	30
suma por muestra	2,153	2,134	2,168	2,542	2,544	2,549	992	982	1,006	885	908	887
promedio mensual por muestra	90	89	90	106	106	106	41	41	42	37	38	37
desviación estándar por muestra	9.48	10.06	10.58	9.73	10.80	9.60	14.50	15.18	14.59	17.39	18.53	17.43
suma de 72 repeticiones	6,455.00			7,635.00			2,980.00			2,680.00		
promedio mensual	89.65			106.04			41.39			37.22		
desviación estándar	9.92			9.92			14.55			17.54		
varianza	98.48			98.32			211.79			307.70		
suma de cuadrados entre grupos	257,047.57											
suma de cuadrados dentro de grupos	50,856.75											
suma de cuadrados total	307,904.32											
grados de libertad entre grupos	3.00											
grados de libertad dentro de grupos	284.00											
grados de libertad total	287.00											
promedio de cuadrados entre	85,682.52											
promedio de cuadrados dentro	179.07											
F	478.48											
probabilidad	1.08E -110											
valor crítico para F	2.64											
significancia	0.05											
hipótesis nula	<b>la interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades</b>											
criterio para hipótesis nula	rechazada											

**Cuadro 22. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la producción de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en las plantaciones de "cartucho".**

variable medida	número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades por mes por 500 plantas												
plantación	luz solar						sombra						
	suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados			suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados			
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
I	mayo	76	70	85	101	112	106	22	23	24	15	20	10
	junio	76	80	74	106	99	103	23	23	25	15	16	14
	julio	76	74	76	108	104	106	24	20	23	15	13	18
	agosto	78	75	75	105	103	110	27	25	30	20	22	19
	septiembre	84	86	80	100	99	97	37	38	38	34	33	36
	octubre	90	87	87	95	94	96	44	40	46	44	40	41
	noviembre	91	89	90	91	92	90	53	50	52	54	53	50
	diciembre	85	89	91	91	88	89	55	53	53	53	55	55
	enero	91	90	96	91	98	95	53	60	54	54	60	53
	febrero	89	93	94	95	91	94	60	57	55	55	52	53
	marzo	84	80	75	99	95	104	38	33	40	34	30	36
	abril	80	81	78	100	105	103	29	32	30	23	26	25
II	mayo	87	80	90	119	122	123	27	23	26	17	15	18
	junio	87	85	95	122	124	117	26	27	23	19	17	17
	julio	87	88	85	119	121	122	24	26	25	17	20	18
	agosto	89	95	85	120	121	118	31	30	32	20	24	23
	septiembre	96	90	100	113	110	115	44	40	45	39	35	42
	octubre	98	101	100	110	108	109	52	58	50	50	50	50
	noviembre	105	104	107	105	101	109	60	61	68	61	64	60
	diciembre	110	103	105	104	104	105	61	60	60	61	68	60
	enero	105	110	104	105	109	102	61	63	64	58	61	61
	febrero	101	100	108	110	107	108	63	64	63	60	67	63
	marzo	96	94	95	114	113	110	44	40	45	39	42	35
	abril	92	90	93	119	124	118	34	36	35	28	25	30
suma por muestra	2,153	2,134	2,168	2,542	2,544	2,549	992	982	1,006	885	908	887	
promedio mensual por muestra	90	89	90	106	106	106	41	41	42	37	38	37	
desviación estándar por muestra suma de 72 repeticiones	9.48	10.06	10.58	9.73	10.80	9.60	14.50	15.18	14.59	17.39	18.53	17.43	
promedio mensual	14,090.00						5,660.00						
desviación estándar mensual	97.85						39.31						
desviación estándar	12.86						16.20						
varianza	165.33						262.30						
suma de cuadrados entre grupos	246,753.13												
suma de cuadrados dentro de grupos	61,151.19												
suma de cuadrados total	307,904.32												
grados de libertad entre grupos	100												
grados de libertad dentro de grupos	286.00												
grados de libertad total	287.00												
promedio de cuadrados entre	246,753.13												
promedio de cuadrados dentro	213.82												
F	1,154.05												
probabilidad	2.15E -102												
valor crítico para F	3.87												
significancia	0.05												
hipótesis nula	la cantidad de luz solar no tiene efecto en el número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades												
criterio para hipótesis nula	rechazada												

Cuadro 23. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la producción de "flores" rechazadas por manchas o deformidades en las plantaciones de "cartucho".													
variable medida	número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades por mes por 500 plantas												
plantación	suelos sin humedad						suelos húmedos y saturados						
	luz solar			sombra			luz solar			sombra			
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
I	mayo	76	70	85	22	23	24	101	112	106	15	20	10
	junio	76	80	74	23	23	25	106	99	103	15	16	14
	julio	76	74	76	24	20	23	108	104	106	15	13	18
	agosto	78	75	75	27	25	30	105	103	110	20	22	19
	septiembre	84	86	80	37	38	38	100	99	97	34	33	36
	octubre	90	87	87	44	40	46	95	94	96	44	40	41
	noviembre	91	89	90	53	50	52	91	92	90	54	53	50
	diciembre	85	89	91	55	53	53	91	88	89	53	55	55
	enero	91	90	96	53	60	54	91	98	95	54	60	53
	febrero	89	93	94	60	57	55	95	91	94	55	52	53
	marzo	84	80	75	38	33	40	99	95	104	34	30	36
	II	abril	80	81	78	29	32	30	100	105	103	23	26
mayo		87	80	90	27	23	26	119	122	123	17	15	18
junio		87	85	95	26	27	23	122	124	117	19	17	17
julio		87	88	85	24	26	25	119	121	122	17	20	18
agosto		89	95	85	31	30	32	120	121	118	20	24	23
septiembre		96	90	100	44	40	45	113	110	115	39	35	42
octubre		98	101	100	52	58	50	110	108	109	50	50	50
noviembre		105	104	107	60	61	68	105	101	109	61	64	60
diciembre		110	103	105	61	60	60	104	104	105	61	68	60
enero		105	110	104	61	63	64	105	109	102	58	61	61
febrero		101	100	108	63	64	63	110	107	108	60	67	63
marzo		96	94	95	44	40	45	114	113	110	39	42	35
abril	92	90	93	34	36	35	119	124	118	28	25	30	
suma por muestra	2,153	2,134	2,168	992	982	1,006	2,542	2,544	2,549	885	908	887	
promedio mensual por muestra	90	89	90	41	41	42	106	106	106	37	38	37	
desviación estándar por muestra	9.48	10.06	10.58	14.50	15.18	14.59	9.73	10.80	9.60	17.39	18.53	17.43	
suma de 72 repeticiones	9,435.00						10,315.00						
promedio mensual	65.52						71.63						
desviación estándar	27.21						37.33						
varianza	740.48						1,393.90						
suma de cuadrados entre grupos	2,688.89												
suma de cuadrados dentro de grupos	305,215.43												
suma de cuadrados total	307,904.32												
grados de libertad entre grupos	100												
grados de libertad dentro de grupos	286.00												
grados de libertad total	287.00												
promedio de cuadrados entre	2,688.89												
promedio de cuadrados dentro	1,067.19												
F	252												
probabilidad	0.11												
valor crítico para F	3.87												
significancia	0.05												
hipótesis nula	la humedad en el suelo no tiene efecto en el número de "flores" rechazadas por manchas o deformidades												
criterio para hipótesis nula	aceptada												

**Cuadro 24. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la cantidad de plantas grandes en las plantaciones de "cartucho".**

variable medida	número de plantas grandes por 500 plantas (con más de 6 hojas mayores a 25cm de largo)											
plantación	luz solar y suelos sin humedad			luz solar y suelos húmedos y saturados			sombra y suelos sin humedad			sombra y suelos húmedos y saturados		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
muestras de 500 plantas												
mayo	125	131	134	143	150	144	428	425	423	439	438	435
junio	184	182	186	190	192	188	439	440	434	445	447	444
julio	241	230	238	233	230	238	450	450	451	451	450	458
agosto	238	236	238	238	235	238	451	452	456	449	456	451
septiembre	237	239	238	236	238	230	449	450	451	451	450	450
octubre	245	240	246	240	245	245	465	450	448	466	460	465
noviembre	131	127	140	137	148	143	428	425	429	440	439	435
diciembre	77	80	75	95	100	94	415	420	416	436	430	433
enero	50	54	48	71	65	77	408	410	412	430	430	435
febrero	2	20	25	54	48	44	404	400	407	428	420	430
marzo	24	21	25	48	53	45	404	403	406	422	429	430
abril	24	23	22	48	47	48	406	404	404	428	425	430
mayo	140	152	150	164	165	160	492	480	493	498	495	500
junio	211	220	200	216	220	218	498	499	497	495	500	498
julio	273	273	270	273	278	279	497	498	499	495	498	500
agosto	273	280	272	273	274	270	497	497	498	495	498	500
septiembre	273	270	280	278	273	270	497	498	497	494	499	500
octubre	281	284	281	281	278	286	497	490	498	493	498	499
noviembre	158	148	153	155	160	159	491	490	485	500	500	500
diciembre	89	85	88	115	100	109	477	475	476	485	500	500
enero	58	63	60	82	90	72	471	471	470	493	490	495
febrero	27	28	26	56	55	54	463	463	466	491	490	494
marzo	27	27	28	55	53	58	463	468	463	491	485	496
abril	27	26	26	59	55	55	463	460	460	491	500	491
suma por muestra	3,415	3,439	3,449	3,740	3,752	3,724	10,953	10,918	10,939	11,206	11,227	11,269
promedio mensual por muestra	142	143	144	156	156	155	456	455	456	467	468	470
desviación estándar por muestra	99.20	98.00	97.86	86.17	86.83	87.51	33.47	33.02	33.14	28.56	30.46	30.06
suma de 72 repeticiones	10,303.00			11,216.00			32,810.00			33,702.00		
promedio mensual	143.10			155.78			455.69			468.08		
desviación estándar	96.96			85.61			32.74			29.31		
varianza	9,401.55			7,328.94			1,072.22			858.89		
suma de cuadrados entre grupos	7,040,376.79											
suma de cuadrados dentro de grupos	1,324,973.54											
suma de cuadrados total	8,365,350.33											
grados de libertad entre grupos	3.00											
grados de libertad dentro de grupos	284.00											
grados de libertad total	287.00											
promedio de cuadrados entre	2,346,792.26											
promedio de cuadrados dentro	4,665.40											
F	503.02											
probabilidad	2.83E -113											
valor crítico para F	2.64											
significancia	0.05											
hipótesis nula	la interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el número de plantas grandes											
criterio para hipótesis nula	rechazada											

Cuadro 25. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la cantidad de plantas grandes en las plantaciones de "cartucho".														
variable medida	número de plantas grandes por 500 plantas (con más de 6 hojas mayores a 25cm de largo)													
plantación	luz solar						sombra							
	suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados			suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados				
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
■	mayo	125	131	134	143	150	144	428	425	423	439	438	435	
	junio	184	182	186	190	192	188	439	440	434	445	447	444	
	julio	241	230	238	233	230	238	450	450	451	451	450	458	
	agosto	238	236	238	238	235	238	451	452	456	449	456	451	
	septiembre	237	239	238	236	238	230	449	450	451	451	450	450	
	octubre	245	240	246	240	245	245	465	450	448	466	460	465	
	noviembre	131	127	140	137	148	143	428	425	429	440	439	435	
	diciembre	77	80	75	95	100	94	415	420	416	436	430	433	
	■	enero	50	54	48	71	65	77	408	410	412	430	430	435
		febrero	2	20	25	54	48	44	404	400	407	428	420	430
		marzo	24	21	25	48	53	45	404	403	406	422	429	430
		abril	24	23	22	48	47	48	406	404	404	428	425	430
mayo		140	152	150	164	165	160	492	480	493	498	495	500	
junio		211	220	200	216	220	218	498	499	497	495	500	498	
julio		273	273	270	273	278	279	497	498	499	495	498	500	
agosto		273	280	272	273	274	270	497	497	498	495	498	500	
septiembre		273	270	280	278	273	270	497	498	497	494	499	500	
octubre		281	284	281	281	278	286	497	490	498	493	498	499	
noviembre		158	148	153	155	160	159	491	490	485	500	500	500	
diciembre		89	85	88	115	100	109	477	475	476	485	500	500	
■	enero	58	63	60	82	90	72	471	471	470	493	490	495	
	febrero	27	28	26	56	55	54	463	463	466	491	490	494	
	marzo	27	27	28	55	53	58	463	468	463	491	485	496	
	abril	27	26	26	59	55	55	463	460	460	491	500	491	
suma por muestra	3,415	3,439	3,449	3,740	3,752	3,724	10,953	10,918	10,939	11,206	11,227	11,269		
promedio mensual por muestra	142	143	144	156	156	155	456	455	456	467	468	470		
desviación estándar por muestra	99.20	98.00	97.86	86.17	86.83	87.51	33.47	33.02	33.14	28.56	30.46	30.06		
suma de 72 repeticiones	21,519.00						66,512.00							
promedio mensual	149.44						461.89							
desviación estándar	91.36						31.58							
varianza	8,347.23						997.44							
suma de cuadrados entre grupos							7,029,062.67							
suma de cuadrados dentro de grupos							1,336,287.66							
suma de cuadrados total							8,365,350.33							
grados de libertad entre grupos							100							
grados de libertad dentro de grupos							286.00							
grados de libertad total							287.00							
promedio de cuadrados entre							7,029,062.67							
promedio de cuadrados dentro							4,672.33							
F							1504.40							
probabilidad							6.30E -116							
valor crítico para F							3.87							
significancia							0.05							
hipótesis nula	la cantidad de luz solar no tiene efecto en el número de plantas grandes													
criterio para hipótesis nula	rechazada													

Cuadro 26. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la cantidad de plantas grandes en las plantaciones de "cartucho".														
variable medida	número de plantas grandes por 500 plantas (con más de 6 hojas mayores a 25cm de largo)													
plantación	suelos sin humedad						suelos húmedos y saturados							
	luz solar			sombra			luz solar			sombra				
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
■	mayo	125	131	134	428	425	423	143	150	144	439	438	435	
	junio	184	182	186	439	440	434	190	192	188	445	447	444	
	julio	241	230	238	450	450	451	233	230	238	451	450	458	
	agosto	238	236	238	451	452	456	238	235	238	449	456	451	
	septiembre	237	239	238	449	450	451	236	238	230	451	450	450	
	octubre	245	240	246	465	450	448	240	245	245	466	460	465	
	noviembre	131	127	140	428	425	429	137	148	143	440	439	435	
	diciembre	77	80	75	415	420	416	95	100	94	436	430	433	
	■	enero	50	54	48	408	410	412	71	65	77	430	430	435
		febrero	2	20	25	404	400	407	54	48	44	428	420	430
		marzo	24	21	25	404	403	406	48	53	45	422	429	430
		abril	24	23	22	406	404	404	48	47	48	428	425	430
mayo		140	152	150	492	480	493	164	165	160	498	495	500	
junio		211	220	200	498	499	497	216	220	218	495	500	498	
julio		273	273	270	497	498	499	273	278	279	495	498	500	
agosto		273	280	272	497	497	498	273	274	270	495	498	500	
septiembre		273	270	280	497	498	497	278	273	270	494	499	500	
octubre		281	284	281	497	490	498	281	278	286	493	498	499	
noviembre		158	148	153	491	490	485	155	160	159	500	500	500	
diciembre		89	85	88	477	475	476	115	100	109	485	500	500	
■	enero	58	63	60	471	471	470	82	90	72	493	490	495	
	febrero	27	28	26	463	463	466	56	55	54	491	490	494	
	marzo	27	27	28	463	468	463	55	53	58	491	485	496	
	abril	27	26	26	463	460	460	59	55	55	491	500	491	
suma por muestra	3,415	3,439	3,449	10,953	10,918	10,939	3,740	3,752	3,724	11,206	11,227	11,269		
promedio mensual por muestra	142	143	144	456	455	456	156	156	155	467	468	470		
desviación estándar por muestra	99.20	98.00	97.86	33.47	33.02	33.14	86.17	86.83	87.51	28.56	30.46	30.06		
suma de 72 repeticiones	43,113.00						44,918.00							
promedio mensual	299.40						311.93							
desviación estándar	172.63						169.17							
varianza	29,800.35						28,619.49							
suma de cuadrados entre grupos							11,312.59							
suma de cuadrados dentro de grupos							8,354,037.74							
suma de cuadrados total							8,365,350.33							
grados de libertad entre grupos							100							
grados de libertad dentro de grupos							286.00							
grados de libertad total							287.00							
promedio de cuadrados entre							11,312.59							
promedio de cuadrados dentro							29,209.92							
F							0.39							
probabilidad							0.53							
valor crítico para F							3.87							
significancia							0.05							
hipótesis nula	la humedad en el suelo no tiene efecto en el número de plantas grandes													
criterio para hipótesis nula	aceptada													

**Cuadro 27. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la interacción de la luz solar y la humedad en el suelo sobre la cantidad de plantas medianas en las plantaciones de "cartucho".**

variable medida	número de plantas medianas por 500 plantas (con más de 6hojas menores a 25cm de largo)											
plantación	luz solar y suelos sin humedad			luz solar y suelos húmedos y saturados			sombra y suelos sin humedad			sombra y suelos húmedos y saturados		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
muestras de 500 plantas												
mayo	238	230	244	280	285	291	0	0	0	0	0	0
junio	214	215	216	235	236	238	0	0	0	0	0	0
julio	188	190	190	190	195	200	0	0	0	0	0	0
agosto	190	178	201	190	189	190	0	0	0	0	0	0
septiembre	195	190	190	190	190	195	0	0	0	0	0	0
octubre	196	198	194	196	196	190	0	0	0	0	0	0
noviembre	238	234	240	285	284	288	0	0	0	0	0	0
diciembre	261	256	262	334	330	333	0	0	0	0	0	0
enero	273	278	280	340	356	360	0	0	0	0	0	0
febrero	283	280	286	388	380	376	0	0	0	0	0	0
marzo	285	285	285	380	376	388	0	0	0	0	0	0
abril	285	287	290	380	384	380	0	0	0	0	0	0
mayo	282	270	273	233	225	327	0	0	0	0	0	0
junio	245	240	251	273	275	270	0	0	0	0	0	0
julio	219	221	218	218	220	222	0	0	0	0	0	0
agosto	218	222	217	218	215	223	0	0	0	0	0	0
septiembre	221	220	218	223	223	218	0	0	0	0	0	0
octubre	225	220	226	225	224	220	0	0	0	0	0	0
noviembre	273	270	280	327	340	331	0	0	0	0	0	0
diciembre	300	310	295	382	370	384	0	0	0	0	0	0
enero	313	313	312	410	409	400	0	0	0	0	0	0
febrero	327	325	321	436	425	426	0	0	0	0	0	0
marzo	320	327	325	438	437	436	0	0	0	0	0	0
abril	327	322	322	440	436	433	0	0	0	0	0	0
suma por muestra	6,116	6,081	6,136	7,211	7,200	7,319	0	0	0	0	0	0
promedio mensual por muestra	255	253	256	300	300	305	0	0	0	0	0	0
desviación estándar por muestra	45.13	46.46	44.37	89.00	87.71	86.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
suma de 72 repeticiones	18,333.00			21,730.00			0.00			0.00		
promedio mensual	254.63			301.81			0.00			0.00		
desviación estándar	44.70			86.37			0.00			0.00		
varianza	1,997.82			7,459.85			0.00			0.00		
suma de cuadrados entre grupos	5,653,205.51											
suma de cuadrados dentro de grupos	671,494.15											
suma de cuadrados total	6,324,699.66											
grados de libertad entre grupos	3.00											
grados de libertad dentro de grupos	284.00											
grados de libertad total	287.00											
promedio de cuadrados entre	1,884,401.84											
promedio de cuadrados dentro	2,364.42											
F	796.98											
probabilidad	6.27E -138											
valor crítico para F	2.64											
significancia	0.05											
hipótesis nula	la interacción entre la luz solar y la humedad en el suelo no tiene efecto en el número de plantas medianas											
criterio para hipótesis nula	rechazada											

**Cuadro 28. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la luz solar sobre la cantidad de plantas medianas en las plantaciones de "cartucho".**

variable medida	número de plantas medianas por 500 plantas (con más de 6hojas menores a 25cm de largo)													
plantación	luz solar						sombra							
	suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados			suelos sin humedad			suelos húmedos y saturados				
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C		
I	mayo	238	230	244	280	285	291	0	0	0	0	0	0	
	junio	214	215	216	235	236	238	0	0	0	0	0	0	
	julio	188	190	190	190	195	200	0	0	0	0	0	0	
	agosto	190	178	201	190	189	190	0	0	0	0	0	0	
	septiembre	195	190	190	190	190	195	0	0	0	0	0	0	
	octubre	196	198	194	196	196	190	0	0	0	0	0	0	
	noviembre	238	234	240	285	284	288	0	0	0	0	0	0	
	diciembre	261	256	262	334	330	333	0	0	0	0	0	0	
	II	enero	273	278	280	340	356	360	0	0	0	0	0	0
		febrero	283	280	286	388	380	376	0	0	0	0	0	0
		marzo	285	285	285	380	376	388	0	0	0	0	0	0
		abril	285	287	290	380	384	380	0	0	0	0	0	0
mayo		282	270	273	233	225	327	0	0	0	0	0	0	
junio		245	240	251	273	275	270	0	0	0	0	0	0	
julio		219	221	218	218	220	222	0	0	0	0	0	0	
agosto		218	222	217	218	215	223	0	0	0	0	0	0	
septiembre		221	220	218	223	223	218	0	0	0	0	0	0	
octubre		225	220	226	225	224	220	0	0	0	0	0	0	
noviembre		273	270	280	327	340	331	0	0	0	0	0	0	
diciembre		300	310	295	382	370	384	0	0	0	0	0	0	
III	enero	313	313	312	410	409	400	0	0	0	0	0	0	
	febrero	327	325	321	436	425	426	0	0	0	0	0	0	
	marzo	320	327	325	438	437	436	0	0	0	0	0	0	
	abril	327	322	322	440	436	433	0	0	0	0	0	0	
suma por muestra	6,116	6,081	6,136	7,211	7,200	7,319	0	0	0	0	0	0		
promedio mensual por muestra	255	253	256	300	300	305	0	0	0	0	0	0		
desviación estándar por muestra	45.13	46.46	44.37	89.00	87.71	86.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
suma de 72 repeticiones	40,063.00						0.00							
promedio mensual	278.22						0.00							
desviación estándar	72.50						0.00							
varianza	5,256.16						0.00							
suma de cuadrados entre grupos							5,573,069.34							
suma de cuadrados dentro de grupos							751,630.33							
suma de cuadrados total							6,324,699.66							
grados de libertad entre grupos							100							
grados de libertad dentro de grupos							286.00							
grados de libertad total							287.00							
promedio de cuadrados entre							5,573,069.34							
promedio de cuadrados dentro							2,628.08							
F							2,120.59							
probabilidad							2.63E -134							
valor crítico para F							3.87							
significancia							0.05							
hipótesis nula	la cantidad de luz solar no tiene efecto en el número de plantas medianas													
criterio para hipótesis nula	rechazada													

**Cuadro 29. Datos y análisis de varianza univariado para evaluar el efecto de la humedad en el suelo sobre la cantidad de plantas medianas en las plantaciones de "cartucho".**

variable medida	número de plantas medianas por 500 plantas (con más de 6hojas menores a 25cm de largo)											
plantación	suelos sin humedad						suelos húmedos y saturados					
	luz solar			sombra			luz solar			sombra		
muestras de 500 plantas	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
mayo	238	230	244	0	0	0	280	285	291	0	0	0
junio	214	215	216	0	0	0	235	236	238	0	0	0
julio	188	190	190	0	0	0	190	195	200	0	0	0
agosto	190	178	201	0	0	0	190	189	190	0	0	0
septiembre	195	190	190	0	0	0	190	190	195	0	0	0
octubre	196	198	194	0	0	0	196	196	190	0	0	0
noviembre	238	234	240	0	0	0	285	284	288	0	0	0
diciembre	261	256	262	0	0	0	334	330	333	0	0	0
enero	273	278	280	0	0	0	340	356	360	0	0	0
febrero	283	280	286	0	0	0	388	380	376	0	0	0
marzo	285	285	285	0	0	0	380	376	388	0	0	0
abril	285	287	290	0	0	0	380	384	380	0	0	0
mayo	282	270	273	0	0	0	233	225	327	0	0	0
junio	245	240	251	0	0	0	273	275	270	0	0	0
julio	219	221	218	0	0	0	218	220	222	0	0	0
agosto	218	222	217	0	0	0	218	215	223	0	0	0
septiembre	221	220	218	0	0	0	223	223	218	0	0	0
octubre	225	220	226	0	0	0	225	224	220	0	0	0
noviembre	273	270	280	0	0	0	327	340	331	0	0	0
diciembre	300	310	295	0	0	0	382	370	384	0	0	0
enero	313	313	312	0	0	0	410	409	400	0	0	0
febrero	327	325	321	0	0	0	436	425	426	0	0	0
marzo	320	327	325	0	0	0	438	437	436	0	0	0
abril	327	322	322	0	0	0	440	436	433	0	0	0
suma por muestra	6,116	6,081	6,136	0	0	0	7,211	7,200	7,319	0	0	0
promedio mensual por muestra	255	253	256	0	0	0	300	300	305	0	0	0
desviación estándar por muestra	45.13	46.46	44.37	0.00	0.00	0.00	89.00	87.71	86.01	0.00	0.00	0.00
suma de 72 repeticiones	18,333.00						21,730.00					
promedio mensual	127.31						150.90					
desviación estándar	15.58						163.20					
varianza	173.74						26,634.73					
suma de cuadrados entre grupos							40,068.09					
suma de cuadrados dentro de grupos							6,284,631.58					
suma de cuadrados total							6,324,699.66					
grados de libertad entre grupos							100					
grados de libertad dentro de grupos							286.00					
grados de libertad total							287.00					
promedio de cuadrados entre							40,068.09					
promedio de cuadrados dentro							21,974.24					
F							1.82					
probabilidad							0.18					
valor crítico para F							3.87					
significancia							0.05					
hipótesis nula	la humedad del suelo no tiene efecto en el número de plantas medianas											
criterio para hipótesis nula	aceptada											