



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Evaluación de la inducción de la floración en el cultivo de papaya hawaiana (*Carica papaya* L.) bajo invernadero con fines de sexaje prematuro en Santo Domingo de los Tsáchilas.



Autor:

Elen Cristina Ñacata Manosalvas

Director:

Ing. Patricio Vaca Pazmiño Mgs.

**SANTO DOMINGO – ECUADOR
2023**



Introducción



La producción de papaya en nuestro país es durante todo el año, siendo el clima cálido el más idóneo para la cosecha de la fruta con las mejores características en relación con su tamaño, color y sabor; las variedades producidas en el país son tainung, maradol y hawaiana, siendo la última la más demandada a nivel nacional e internacional.

La producción de papaya se encuentra actualmente en las provincias de Los Ríos, Santa Elena y Santo Domingo, lugares donde la fruta es cultivada y producida todo el año.

El sexaje

El sexaje en papaya es un proceso fundamental para garantizar la producción de frutos de buen tamaño y calidad (Murillo, 2022).



Las hormonas vegetales

Su función principal es regular procesos como la germinación, el crecimiento de las raíces, la floración y la fructificación, algunas de estas hormonas también pueden ser utilizadas para influir en la determinación del sexo de las flores o la producción de frutos (Alcantara y otros, 2019).

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la inducción de la floración en el cultivo de papaya hawaiana bajo invernadero con fines de sexaje prematuro.

Objetivos Específicos

- 1. Determinar el mejor tratamiento para la inducción de la floración en el cultivo de papaya hawaiana comparando productos hormonales comerciales.
- 2. Identificar que hormona comercial que acelera la aparición de estructuras florales.
- 3. Establecer la relación costo/beneficio de los tratamientos aplicados.



MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación Política

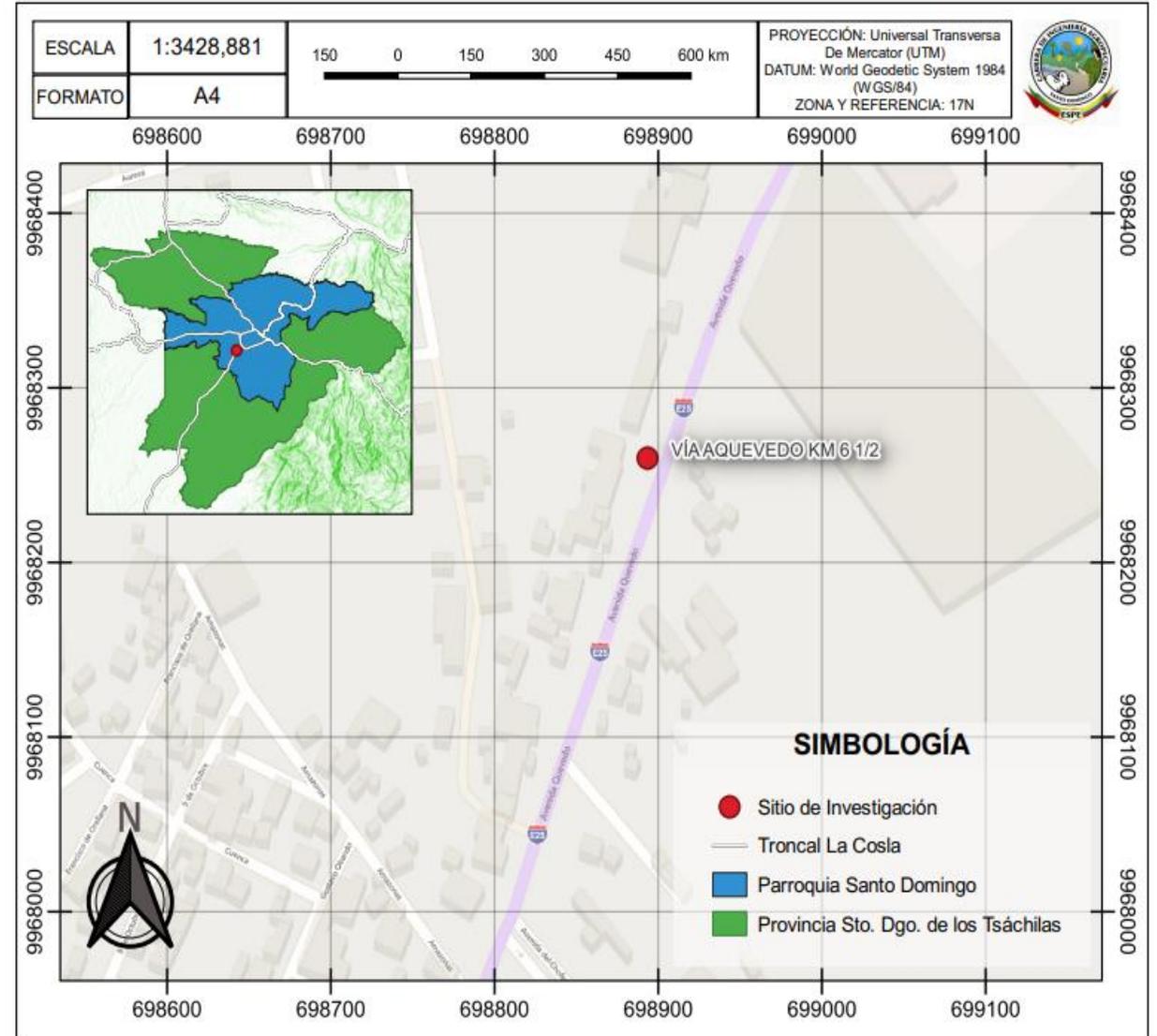
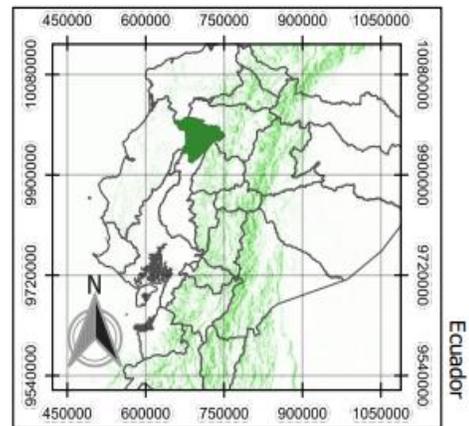
País: Ecuador
Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón: Santo Domingo
Parroquia: Abraham Calazacón
Sector: La Aurora

Ubicación Ecológica

Zona de vida: Bosque húmedo tropical
Altitud: 655 msnm
Temperatura: 22,8°C
Precipitación: 2700 mm/año
Humedad relativa: 85%
Heliofanía: 760 h luz/año
Suelos: Franco arenoso

Ubicación Geográfica

Latitud: 9968259,678
Longitud: 698893,4828
Altitud: 510 msnm



MATERIALES

MATERIALES	EQUIPOS	INSUMOS
Cinta métrica	Bomba	Hormonas comerciales
Jeringas	Gramera	Agroquímicos
Rótulos	Sensores	Fertilizantes
Materiales de oficina	GPS	



TRATAMIENTOS A COMPARAR

Tabla 2

Tratamientos a comparar.

Código	Tratamientos
p1d1	Hormonagro (0,1 ml/L)
p1d2	Hormonagro (0,125 ml/L)
p2d1	Ethrel (0,1 ml/L)
p2d2	Ethrel (0,125 ml/L)
p3d1	Florone (0,1 ml/L)
p3d2	Florone (0,125 ml/L)
Testigo	Testigo

Tipo de Diseño:

DCA

Bifactorial 3 x 2

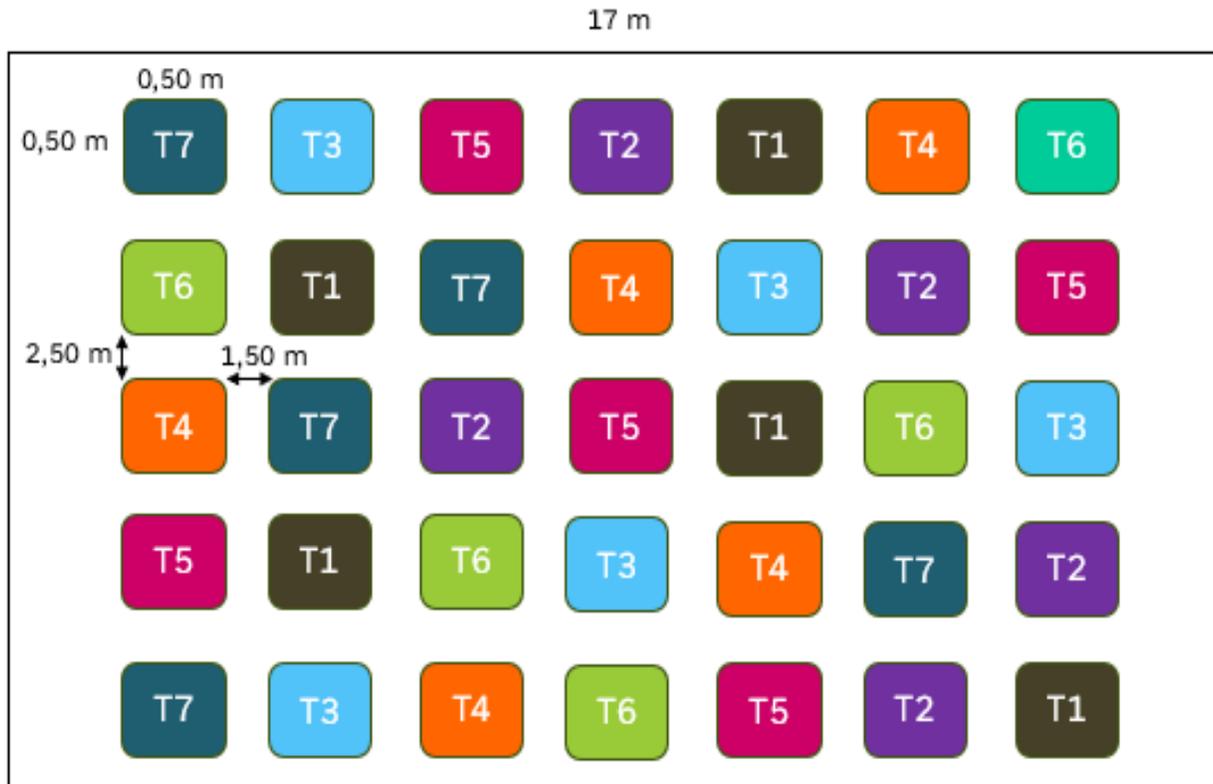


Unidades Experimentales: 24

Repeticiones: 5

Análisis Funcional: P. Tukey al 5 %

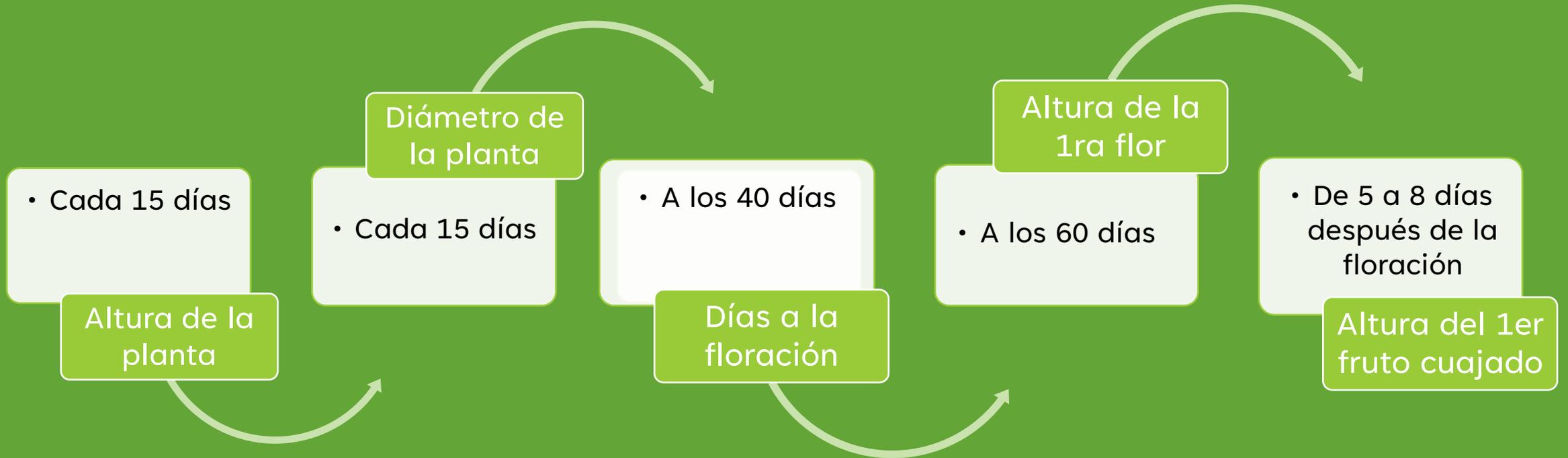
CROQUIS DEL ENSAYO



ESQUEMA DE ANOVA

Fuentes de variación	Grados de libertad
Productos hormonales (P)	2
Dosis (D)	1
Interacción P x D	2
Error Experimental	28
Total	34

VARIABLES A MEDIR



Métodos específicos del manejo del experimento



Desarrollo de plántulas



Manejo del ensayo



Trasplante, manejo del ensayo y colocación de sensores





Aparición de las 1ra estructuras florales



Sexaje



Cuaje de frutos

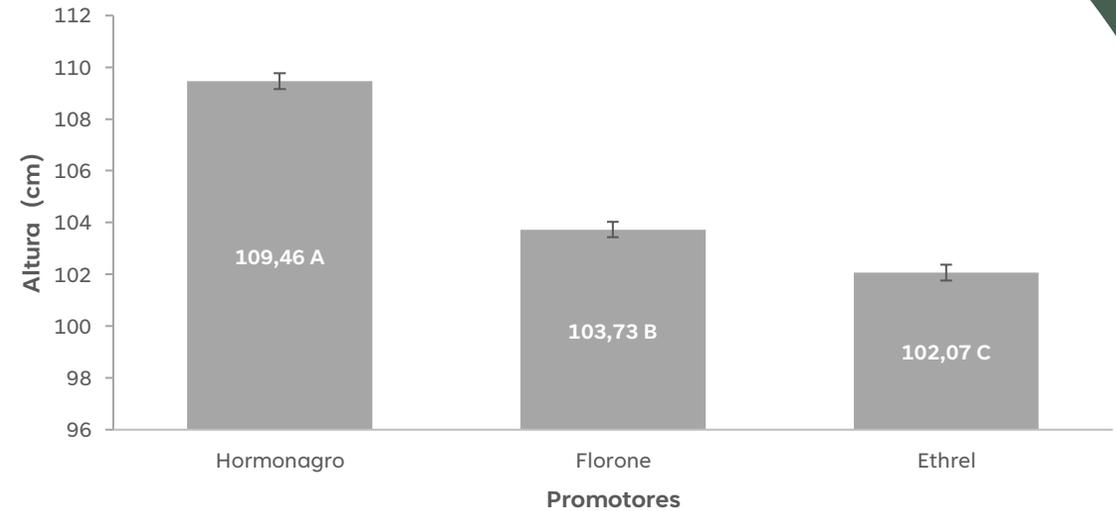
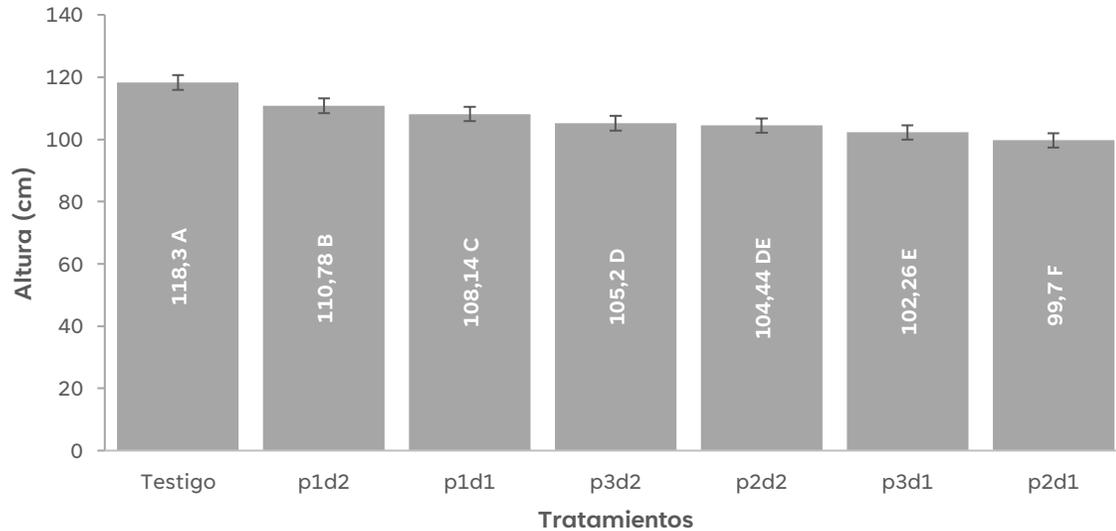
RESULTADOS

Tabla 7

Análisis de varianza de la altura de planta en función de los días

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios					p-valor				
		15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	75 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	75 Días
Tratamientos	6	1,84	119,58	370,46	245,43	190,69	0,5345	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
A: Promotores	2	2,16	216,74	397,16	195,95	150,33	0,389	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
D: Dosis	1	1,41	44,41	73,01	41,07	88,75	0,4318	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001
Interacción AxB	2	1,44	91,24	207,91	28,84	3,23	0,53	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,045
C1 = Testigo Vs resto	1	725,77	57,1	939,59	981,94	748,25	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C2 = T6 vs T1, T2, T3, T4, T5	1	0,17	276,62	19,58	2,18	0,08	0,8677	<0,0001	0,0276	0,2664	0,8237
C3 = T5 vs T1, T2, T3, T4	1	125,44	35,64	53	3,57	49,14	0,0001	<0,0001	0,0007	0,1581	<0,0001
C4 = T4 vs T1, T2, T3	1	49,32	5,7	3,46	24,45	11,7	0,0073	0,0507	0,3374	0,0007	0,0098
C5 = T3 vs T1, T2	1	92,23	249,99	1090,83	430,17	317,53	0,0005	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C6 = T2 vs T1	1	36,86	92,42	116,28	30,28	17,42	0,0185	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0021
Error	28	2,14	1,37	3,63	1,70	1,52					
Total	34										
Tratamientos	6										
CV (%)		9,49	3,18	3,16	1,43	1,15					

Altura de planta en la última evaluación de la inducción de la floración en el cultivo de papaya hawaiana con fines de sexaje



Los valores obtenidos en cuanto a la altura de planta en este estudio demostraron un rango de altura más reducido en todos los tratamientos, puesto que el rango determinado para los 75 días fue de 99,7 cm hasta 118,30 cm; mientras que, Murillo (2022) determinó en papaya Hawaiana (Solo-sunrise) un promedio de 124,82 cm a 127,88 cm a los 75 días luego de haber aplicado ácido salicílico en la inducción floral.

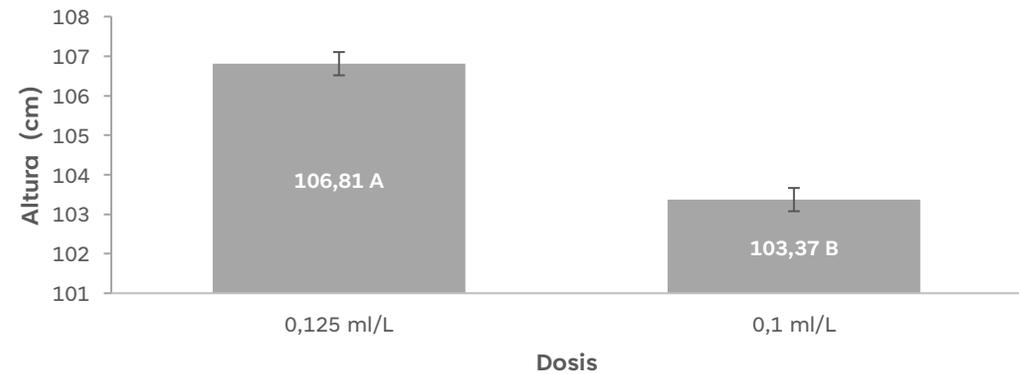
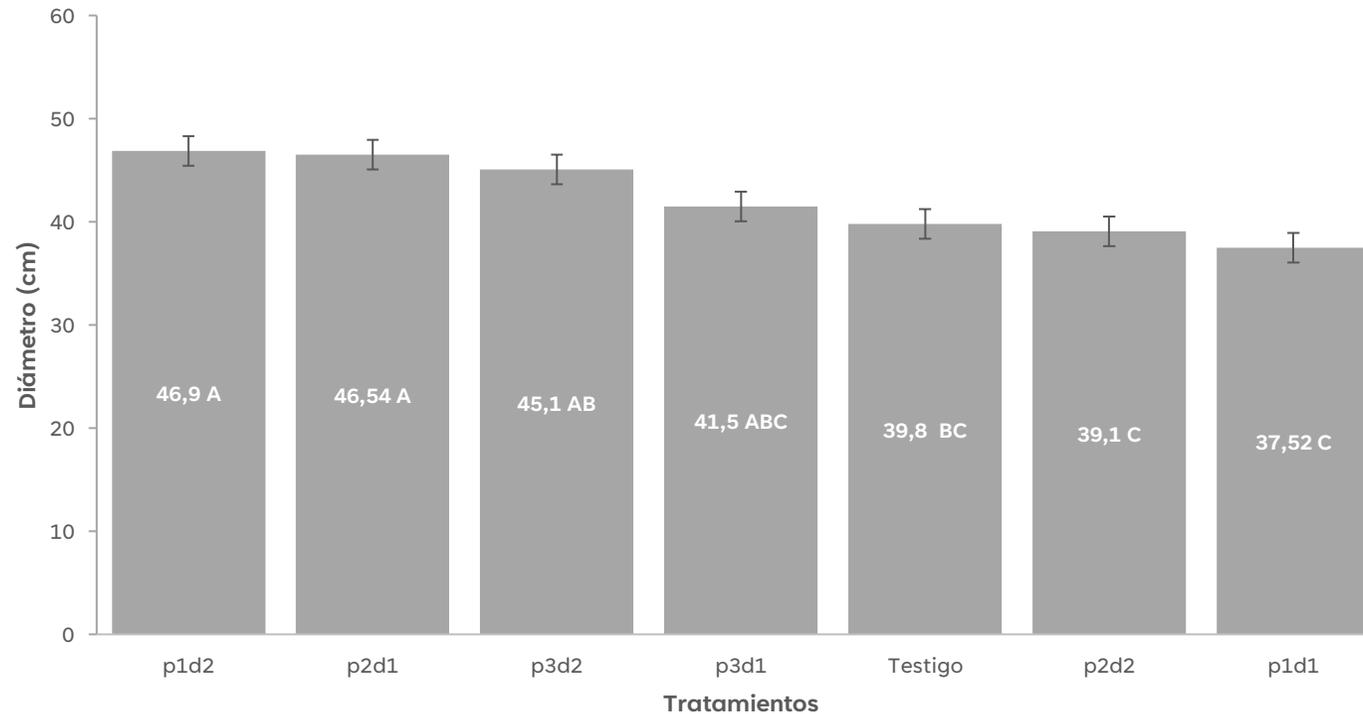


Tabla 8

Análisis de varianza del diámetro de tallo en función de los días

Fuente de Variación	GL	Cuadrados Medios					p-valor				
		15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	75 Días	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días	75 Días
Tratamientos	6	0,81	2,11	7,07	6,79	72,45	0,3885	0,0283	0,0346	0,0917	<0,0001
A: Promotores	2	0,51	2,45	7,97	13,38	2,98	0,519	0,0541	0,0887	0,0457	0,0452
D: Dosis	1	3,01	5,21	2,95	4,41	25,58	0,0568	0,0141	0,3291	0,2923	0,7444
Interacción AxB	2	0,38	0,92	8	4,45	182,58	0,6121	0,3085	0,0878	0,3272	0,1226
Error	28	0,74	0,75	2,63	3,31	8,78					
Total	34										
Tratamientos	6										
CV (%)		9,49	5,52	8,39	7,84	7					

Diámetro de tallo en la última evaluación de la inducción de la floración en el cultivo de papaya hawaiana con fines de sexaje.



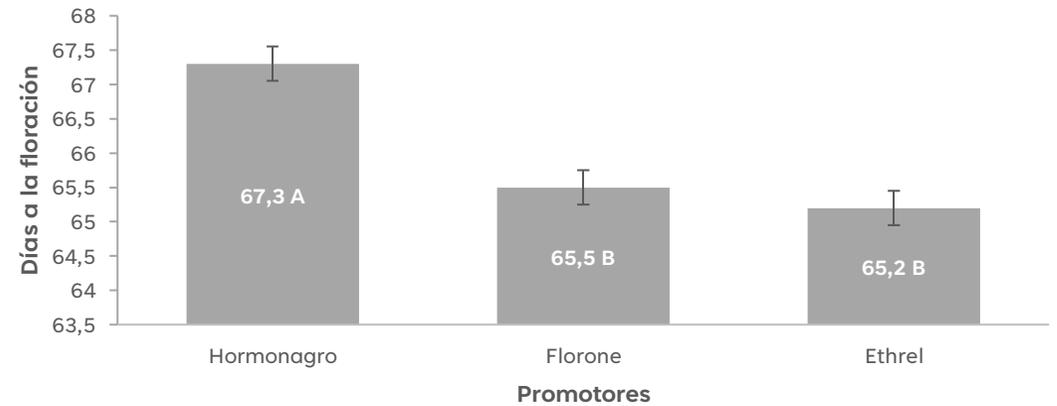
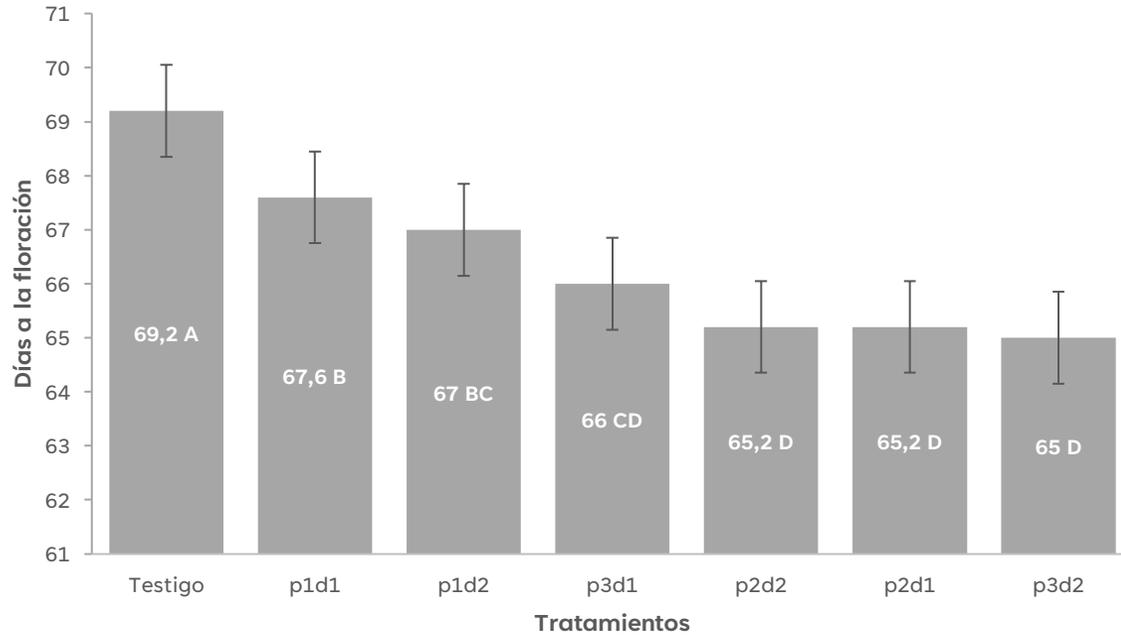
Se observó un promedio de 3,75 cm a 4,69 cm en este estudio, valor que fue inferior frente al reportado por Murillo (2022) quien reportó un rango entre 9,57 cm a 10,68 cm.

Tabla 9

Análisis de varianza de los días a la floración

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	6	73,09	12,18	19,38	<0,0001
A: Promotores	2	25,8	12,9	20,48	<0,0001
D: Dosis	1	2,13	2,13	3,38	0,0752
Interacción AxB	2	1,27	0,63	1,00	0,3733
Error	28	17,6	0,63		
Total	34	90,69			
CV (%)	1,19				

Días a la floración en la evaluación de la inducción de la floración en el cultivo de papaya hawaiana con fines de sexaje

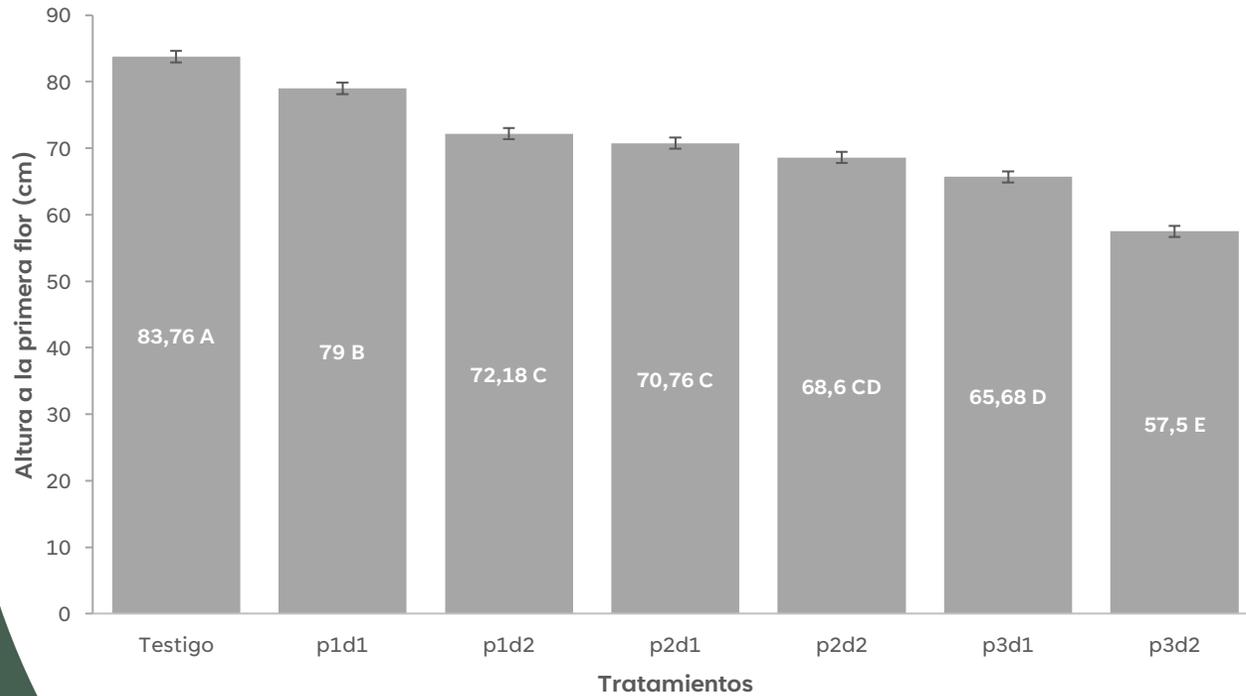


Para los días a la floración Murillo (2022) reportó un rango situado entre 64 hasta 67 ± 3 días; rango dentro del cual se encuentran los valores obtenidos en esta investigación, solo para el caso de los tratamientos exceptuado el testigo (69,20 días), ya que el rango reportado fue de 65 hasta 67,6 días.

Tabla 10**Análisis de varianza para la variable altura de la primera flor**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	6	2222,74	370,46	102,11	<0,0001
A: Promotores	2	794,32	397,16	109,41	<0,0001
D: Dosis	1	73,01	73,01	20,11	<0,0001
Interacción AxB	2	415,81	207,91	57,28	<0,0001
C1 = Testigo Vs resto	1	939,59	939,59	258,99	<0,0001
C2 = T6 vs T1, T2, T3, T4, T5	1	19,58	19,58	5,4	0,0276
C3 = T5 vs T1, T2, T3, T4	1	53	53	14,61	0,0007
C4 = T4 vs T1, T2, T3	1	3,46	3,46	0,95	0,3374
C5 = T3 vs T1, T2	1	1090,83	1090,83	300,68	<0,0001
C6 = T2 vs T1	1	116,28	116,28	32,05	<0,0001
Error	28	101,58	3,63		
Total	34	2324,32			
CV (%)	2,68				

Altura a la primera flor en la evaluación de la inducción de la floración en el cultivo de papaya hawaiana con fines de sexaje



En cuanto a la altura de aparición de la primera flor, Barrantes et al., (2019) reportaron valores entre 62,90 cm y 70,31 cm; que son similares a p3d1 (65,68 cm) hasta p1d2 (72,18 cm), pero no para p3d2 (57,50 cm) que obtuvo menor altura de inserción, mientras que, el testigo (87,76 cm) y p1d1 (79 cm) en este caso demostraron mayor altura.

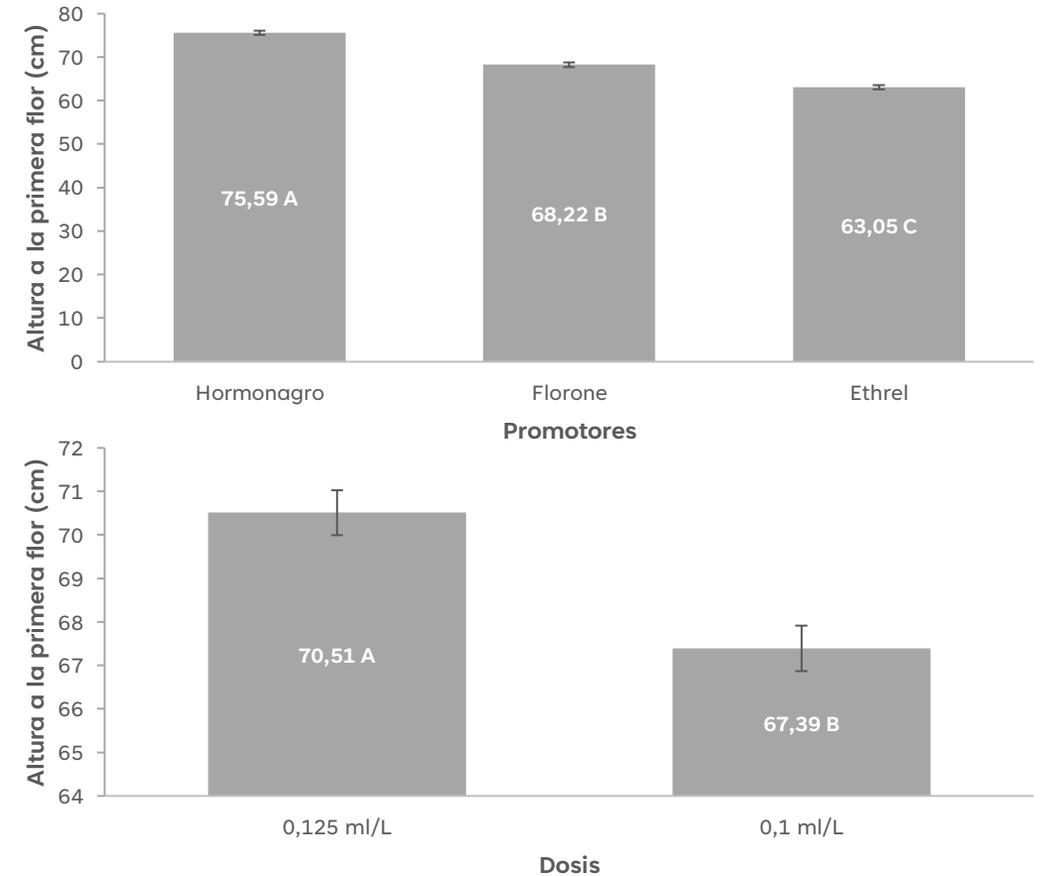
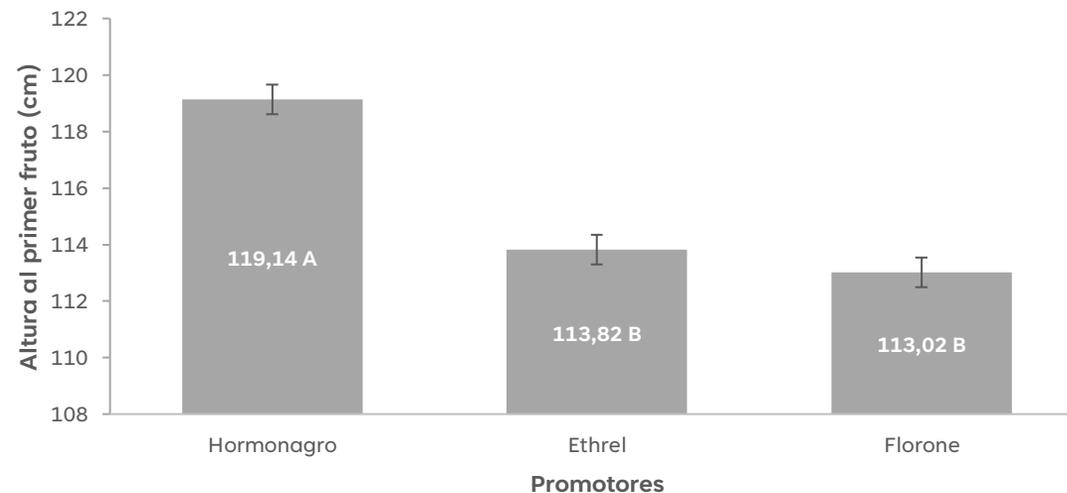
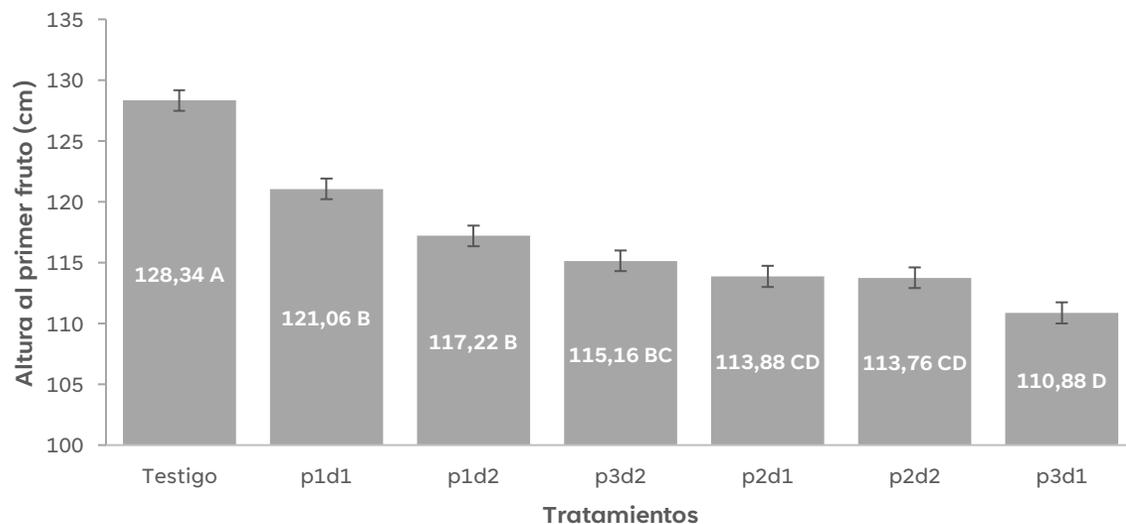


Tabla 11**Análisis de varianza para la variable altura al primer fruto cuajado**

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	p-valor
Tratamientos	6	2222,74	370,46	102,11	<0,0001
A: Promotores	2	794,32	397,16	109,41	<0,0001
D: Dosis	1	73,01	73,01	20,11	<0,0001
Interacción AxB	2	415,81	207,91	57,28	<0,0001
C1 = Testigo Vs resto	1	939,59	939,59	258,99	<0,0001
C2 = T6 vs T1, T2, T3, T4, T5	1	19,58	19,58	5,4	0,0276
C3 = T5 vs T1, T2, T3, T4	1	53	53	14,61	0,0007
C4 = T4 vs T1, T2, T3	1	3,46	3,46	0,95	0,3374
C5 = T3 vs T1, T2	1	1090,83	1090,83	300,68	<0,0001
C6 = T2 vs T1	1	116,28	116,28	32,05	<0,0001
Error	28	101,58	3,63		
Total	34	2324,32			
CV (%)	2,68				

Altura al primer fruto en la evaluación de la inducción de la floración en el cultivo de papaya hawaiana con fines de sexaje.



Barrantes et al., (2019) identificaron la aparición del primer fruto cuajado a las 18 semanas de vida en el híbrido Pococí, donde se determinaron alturas promedio entre 89,12 a 99,08 cm, que fueron por mucho, inferiores a los obtenidos en este estudio (110,88 cm-p3d1 a 128,34 cm- testigo).

YaraVita MagTrac (1l)	15	0,015	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Aminocell (1 kg)	62	0,062	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Biosolar (500 ml)	8,25	0,0165	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Costos de nutrición (\$)			9,76	9,76	9,76	9,76	9,76	9,76	9,76
Costo de actividades e insumos (\$)/tratamiento a los 75 días			89,15	89,20	89,21	89,19	89,20	89,24	89,26
Costo de producción (\$)/tratamiento a los 75 días en 1 ha			\$5.822,84	\$5.826,04	\$5.826,84	\$5.825,36	\$5.825,98	\$5.828,39	\$5.829,78
Costo de inducción (\$) en 1 ha			\$0,00	\$3,20	\$4,00	\$2,51	\$3,14	\$5,55	\$6,94
(%) Intervención de la infraestructura en los CP			83,36	83,31	83,30	83,32	83,31	83,28	83,26
(%) Intervención de la inducción en los CP			-	0,05	0,07	0,04	0,05	0,10	0,12
Altura al primer fruto (cm)			128,34	121,06	117,22	113,88	113,76	110,88	115,16
Diferencia final a la altura de fruto (cm)			0,00	7,28	11,12	14,46	14,58	17,46	13,18
Regla: cada 2,83 cm = 1 fruto			0,00	2,57	3,93	5,11	5,15	6,17	4,66
Número de plantas/ha						2286			
Frutos/planta al año y 8 meses						200			
Rendimiento esperado/ha			457200	463081	466182	468880	468977	471304	467846
Peso/fruta (kg) (estimado)						0,475			
Peso fruta/ ha (estimado)			217170,00	219963,28	221436,66	222718,19	222764,24	223869,27	222227,07
Precio (kg) mercado nacional						0,4			
Ganancia bruta (\$)/mercado nacional			86868,00	87985,31	88574,66	89087,28	89105,70	89547,71	88890,83
Precio (kg) mercado exterior						1,25			
Ganancia bruta (\$)/mercado exterior			271462,50	274954,10	276795,83	278397,74	278455,30	279836,59	277783,84
(\$) a los 75 días/ tratamiento - MN			\$81.045,16	\$82.159,27	\$82.747,82	\$83.261,92	\$83.279,71	\$83.719,32	\$83.061,05
(\$) a los 75 días/ tratamiento - ME			\$265.639,66	\$269.128,06	\$270.968,99	\$272.572,39	\$272.629,31	\$274.008,20	\$271.954,05
Relación B/C - MN			\$13,92	\$14,10	\$14,20	\$14,29	\$14,29	\$14,36	\$14,25
Relación B/C - ME			\$45,62	\$46,19	\$46,50	\$46,79	\$46,80	\$47,01	\$46,65

CONCLUSIONES

Con la aplicación de diferentes tratamientos para la inducción de la floración en el cultivo de papaya hawaiana se determinó que el mejor tratamiento fue Florone – 0,10 ml/L, ya que la altura alcanzada al primer fruto cuajado fue de 110,88 cm. y la altura a la primera flor y los días a la floración fueron los más bajos con Florone en dosis 0,125 ml, alcanzando 57,50 cm y 65 días respectivamente.

Los insumos Florone y Ethrel aceleraron la aparición de las primeras estructuras florales presentándose las mismas a partir de los 40 días.

Conforme al análisis B/C, el tratamiento de mayor beneficio fue Florone – 0,10 ml obteniéndose \$14,36 por cada dólar invertido, si la producción se destina al mercado nacional y si es para el mercado internacional, el rendimiento sería de \$47,01.



RECOMENDACIONES

Se recomienda la aplicación de Florone – 0,10 ml/L o Ethrel – 0,10 ml/L para acelerar el proceso de floración y reducir la altura de las plantas durante la fructificación.

Se debe continuar con la investigación de aplicación de hormonas más aminoácidos (Florone – 0,10) puesto que su costo es el más bajo del resto de tratamientos y la generación de beneficios es mayor.

Para la aplicación de hormonas se debe considerar las dosis exactas recomendadas, así como el uso de una jeringa de insulina, puesto que se observó que cantidades menores a una décima causan toxicidad y retraso en la producción de fruta.



Gracias

