



INFORME FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Poda y densidad de siembra en chile dulce (*Capsicum annuum*) producido bajo invernadero

José Eladio Monge Pérez

Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno

Universidad de Costa Rica

Objetivo

Evaluar el efecto de dos tipos de poda y tres diferentes densidades de siembra, sobre el comportamiento de dos genotipos de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) cultivados bajo condiciones de invernadero.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el invernadero del Programa de Hortalizas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EAAFMBM) de la Universidad de Costa Rica, ubicado en Barrio San José de Alajuela, Costa Rica, a una altitud de 840 msnm. El período de realización comprendió desde el 30 de junio del 2010 al 1 de febrero del 2011.

La siembra del almácigo se realizó el 30 de junio del 2010, en bandejas plásticas, y se utilizó como sustrato una mezcla de fibra de coco molida y abono orgánico, en una proporción 1:1. El trasplante se hizo el 7 de agosto del mismo año. El área total del experimento fue de alrededor de 278 m². La cosecha se inició a los 79 días después del trasplante (ddt), y se realizó una o dos veces a la semana.

Los tratamientos fueron:

1. Dos tipos de poda: española (E, libre crecimiento) y holandesa (H, dos ejes por planta). La poda holandesa se aplicó primeramente el 14 de setiembre del 2010 (38 ddt), y se siguió realizando periódicamente.
2. Tres densidades de siembra: 2,60; 3,25; y 3,90 plantas por metro cuadrado (4, 5 y 6 plantas por metro lineal, con una distancia entre hileras de 1,54 metros).



3. Genotipos: un híbrido de chile dulce cuadrado de color amarillo (V-1023), y un híbrido de chile dulce cónico alargado de color rojo (F-1026).

El diseño experimental consistió en parcelas divididas (tipo de poda), con subparcelas (densidades), y cuatro repeticiones por cada genotipo.

El manejo agronómico empleado consistió en la fertilización tres veces por semana (de acuerdo al protocolo), y un riego cada hora con tiempo variable de acuerdo a las condiciones climatológicas del invernadero. Se realizó un manejo integrado de plagas mediante control biológico con hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, y con la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Además, se utilizaron trampas amarillas y azules, trampas con feromonas para diferentes especies de *Spodoptera* spp., uso de insecticidas y fungicidas para el control de larvas de lepidópteros (especialmente *Spodoptera* spp.), ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) y ácaro rojo (*Tetranychus urticae*), áfidos (*Aphis gossypii*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y mildiú polvoso (*Leveillula taurica*).

Las variables evaluadas fueron: altura de planta medida desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, número de frutos y su peso fresco según la categoría de calidad (primera, segunda, rechazo), y variables climáticas en el invernadero (temperatura y humedad relativa).

El análisis estadístico de la información se realizó mediante el software Infostat y se utilizó la prueba de Fisher al 5% para estimar las diferencias entre las medias de los tratamientos en estudio.

Resultados

1. Variables climáticas:

En la figura 1 se muestran los datos colectados sobre las variables climáticas dentro del invernadero (temperatura y humedad relativa) durante el período de evaluación del cultivo de chile dulce.

Los valores diarios de la temperatura oscilaron entre 14,1 °C y 37,9 °C, mientras que la temperatura promedio diurna fue de 26,7 °C, y la temperatura promedio nocturna fue de 19,4 °C. Además, los valores diarios de la humedad relativa oscilaron entre 20% y 100%, con una humedad relativa promedio diurna de 56,1 %, y una humedad relativa promedio nocturna de 86,2%.

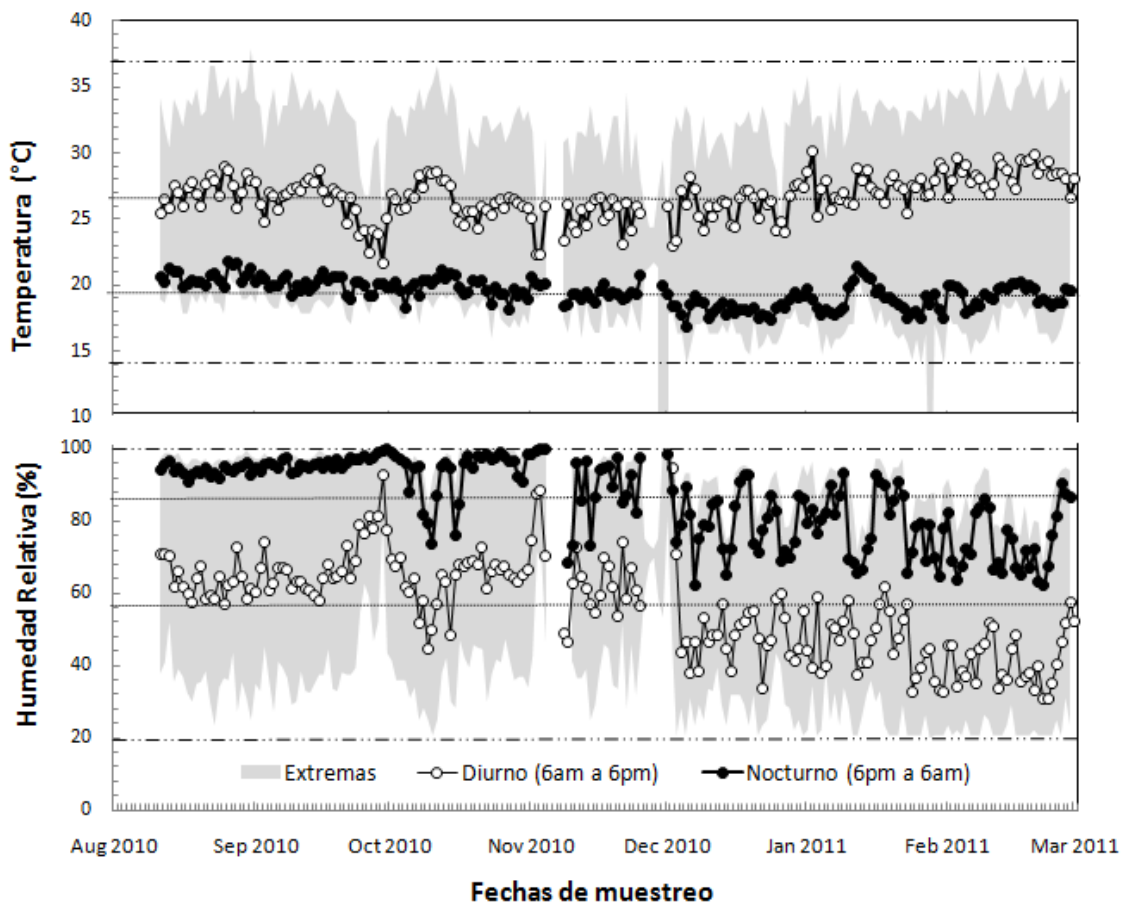


Figura 1. Temperatura y humedad relativa (valores extremos y promedios diarios, diurnos y nocturnos) dentro del invernadero de la EEFBM.

Se presentó un importante descenso en la humedad relativa promedio, tanto diurna como nocturna, así como en la humedad relativa extrema diaria (máxima y mínima), a partir de mediados de diciembre. Esto se asocia con un aumento en la temperatura promedio diurna. Probablemente también está relacionado con un aumento en la velocidad del viento, aunque no se presentan los datos para esta variable en este informe.

2. Altura de planta:

En la figura 2 se representan los valores de altura de planta obtenidos en el ensayo para los diferentes tratamientos. No existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de poda, ni entre las tres densidades de siembra.

Por otro lado, sí se observaron diferencias significativas entre los híbridos, en donde se obtuvo una mayor altura de planta en el híbrido de chile dulce tipo cónico (F-1026) a partir de la tercera evaluación, y menor altura en el híbrido de chile amarillo cuadrado (V-1023), dado que en este último caso el porte de la planta es más compacto.

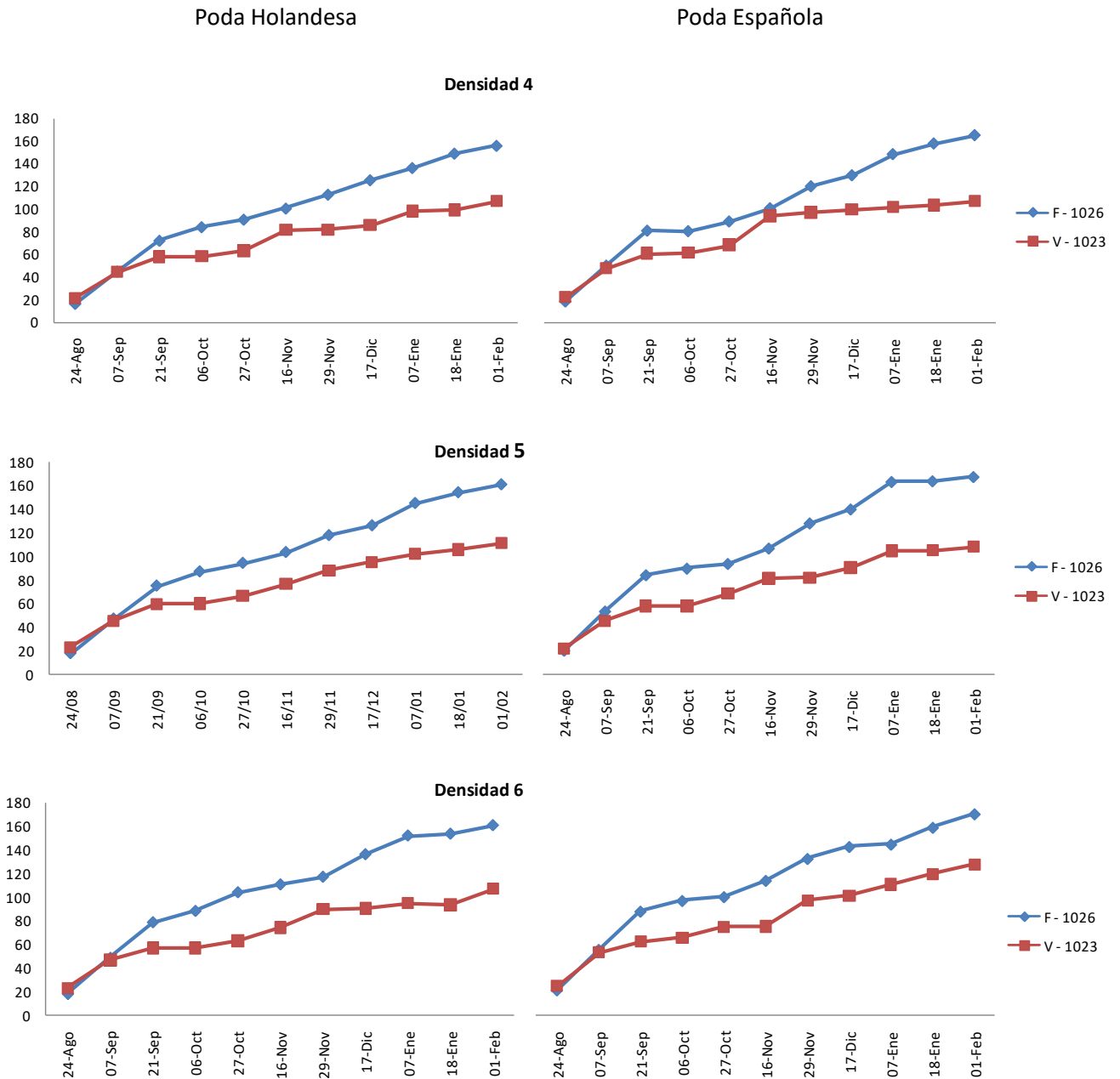


Figura 2. Altura de plantas de chile dulce híbrido F-1026 y V-1023, según poda y densidad de siembra, en función del tiempo.



3. Variables de rendimiento:

3.1. Híbrido F-1026:

3.1.1. Número de frutos por planta:

En el cuadro 1 se presentan los datos del número de frutos por planta, para los diferentes tratamientos con el híbrido F-1026. En el caso de la poda española, el número de frutos por planta fue significativamente mayor para las densidades de 4 y 5 plantas por metro lineal, en comparación con la densidad de 6 plantas por metro lineal. En el caso de la poda holandesa no se encontró diferencias significativas entre las tres densidades.

Cuadro 1. Número de frutos por planta en chile dulce híbrido F-1026.

Tratamiento	Número de frutos por planta			
	Totales	Primera	Segunda	Rechazo
E4F	18,50 ^A	6,44 ^A	9,13 ^A	2,94 ^{AB}
E5F	18,63 ^A	7,50 ^A	7,88 ^{AB}	3,25 ^A
E6F	15,00 ^B	7,06 ^A	6,50 ^B	1,50 ^C
H4F	12,44 ^{BC}	6,13 ^A	4,00 ^C	2,31 ^{ABC}
H5F	11,25 ^C	6,88 ^A	3,06 ^C	1,44 ^C
H6F	11,44 ^C	6,06 ^A	3,44 ^C	1,94 ^{BC}

En todo caso, el mayor número de frutos por planta se obtuvo con los tratamientos de poda española, tanto con 4 como 5 plantas por metro lineal. Todos los demás tratamientos produjeron menos frutos por planta. En general, la poda española produjo más frutos por planta que la poda holandesa.

En cuanto a las categorías de clasificación de los frutos, no se encontró diferencias significativas entre la cantidad de frutos de primera entre los tratamientos. En los frutos de segunda, la diferencia fue entre podas mostrando mayor cantidad de frutos de segunda por planta en la poda española.

3.1.2. Peso promedio del fruto:

En el cuadro 2 se presentan los datos de peso promedio del fruto para el híbrido F-1026. Se encontró un mayor peso en los frutos de primera de plantas a las cuales se les practicó poda holandesa, con diferencia significativa en la densidad de 4 plantas por metro lineal con este tipo de poda, en comparación a las plantas con poda



española. No hubo diferencias significativas en el peso promedio de los frutos de segunda.

Cuadro 2. Peso promedio del fruto, según la categoría de calidad, en chile dulce híbrido F-1026.

Tratamiento	Peso del fruto (g)		
	Primera	Segunda	Rechazo
E4F	111,63 ^B	83,00 ^A	66,06 ^B
E5F	110,44 ^B	83,18 ^A	68,10 ^B
E6F	112,02 ^B	80,79 ^A	84,68 ^A
H4F	122,11 ^A	90,74 ^A	71,52 ^{AB}
H5F	114,56 ^{AB}	85,76 ^A	77,83 ^{AB}
H6F	118,16 ^{AB}	84,93 ^A	68,13 ^B

3.1.3. Rendimiento total:

En el cuadro 3 se presentan los datos de la producción total, en toneladas por hectárea, para los diferentes tratamientos con el híbrido F-1026. La producción total es significativamente más alta para las densidades de 5 y 6 plantas por metro lineal en poda española, en comparación a los demás tratamientos.

Cuadro 3. Rendimiento por tratamiento en chile dulce híbrido F-1026.

Tratamiento	Rendimiento (ton/ha)
E4F	167,54 ^B
E5F	218,55 ^A
E6F	226,18 ^A
H4F	130,77 ^C
H5F	153,62 ^{BC}
H6F	176,78 ^B

3.2. Híbrido V-1023:

3.2.1. Número de frutos por planta:

En el cuadro 4 se presentan los resultados para el número de frutos por planta para el híbrido V-1023. Los resultados muestran que en poda española se mostraron los mayores valores con diferencia significativa para la densidad de 4 plantas por metro lineal, en comparación a los demás tratamientos.



Cuadro 4. Número de frutos por planta en chile dulce híbrido V-1023.

Tratamiento	Número de frutos por planta			
	Totales	Primera	Segunda	Rechazo
E4V	11,31 ^A	4,06 ^A	5,06 ^A	2,19 ^A
E5V	7,44 ^{BC}	2,38 ^B	3,88 ^B	1,25 ^{BC}
E6V	8,88 ^B	2,69 ^B	4,44 ^{AB}	1,75 ^{AB}
H4V	7,69 ^B	2,88 ^B	3,94 ^{AB}	0,94 ^C
H5V	5,88 ^C	2,75 ^B	2,06 ^C	0,94 ^C
H6V	5,69 ^C	1,94 ^B	2,69 ^C	1,06 ^{BC}

Además, se encontró diferencias significativas en la cantidad de frutos de primera para la densidad de 4 plantas en poda española, en comparación a todos los demás tratamientos.

3.2.2. Peso promedio del fruto:

En el cuadro 5 se presentan los resultados del peso promedio del fruto del híbrido V-1023. Sólo se presentó diferencia significativa entre el peso promedio del fruto de primera, entre el tratamiento de 4 plantas por metro lineal con poda española, y el tratamiento de 5 plantas por metro lineal con poda holandesa. No se presentan diferencias significativas en la clasificación de segunda.

Cuadro 5. Peso promedio del fruto, según la categoría de calidad, en chile dulce híbrido V-1023.

Tratamiento	Peso del fruto (g)		
	Primera	Segunda	Rechazo
E4V	236,76 ^A	165,39 ^A	112,84 ^{ABC}
E5V	221,84 ^{AB}	165,42 ^A	87,65 ^{BC}
E6V	218,05 ^{AB}	164,52 ^A	78,70 ^C
H4V	220,91 ^{AB}	172,51 ^A	130,37 ^{AB}
H5V	210,45 ^B	174,64 ^A	133,73 ^A
H6V	229,55 ^{AB}	179,23 ^A	112,61 ^{ABC}



3.2.3. Rendimiento total:

En el cuadro 6 se presentan los resultados para el rendimiento total en toneladas por hectárea para el híbrido V-1023. El rendimiento de los tratamientos de 4 y 6 plantas por metro lineal, con poda española, es significativamente mayor en comparación a los demás tratamientos.

Cuadro 6. Rendimiento por tratamiento en chile dulce híbrido V-1023.

Tratamiento	Rendimiento (ton/ha)
E4V	209,95 ^A
E5V	158,18 ^B
E6V	223,87 ^A
H4V	149,30 ^B
H5V	141,72 ^B
H6V	160,96 ^B

3.3. Comparación entre genotipos:

En el caso del genotipo F-1026, el mayor número de frutos por planta se obtuvo con la poda española, y 4 y 5 plantas por metro lineal. Por otra parte, en el caso del genotipo V-1023, esto se obtiene con la poda española, y 4 plantas por metro lineal.

El genotipo F-1026 es más prolífico que el genotipo V-1023. El primero produjo entre 11,25 a 18,63 frutos por planta, mientras que el segundo sólo produjo entre 5,69 y 11,31 frutos por planta. Esta situación se mantiene también al desagregar esta variable en frutos de primera, segunda y rechazo.

En el genotipo F-1026, no se encontraron diferencias significativas entre el número de frutos de primera, entre los tratamientos. Sin embargo, en el genotipo V-1023, se obtuvo una cantidad significativamente mayor de frutos de primera con la poda española y con 4 plantas por metro lineal.

En el genotipo F-1026, el mayor peso por fruto se obtiene con la poda holandesa, y 4 plantas por metro, en comparación con los diferentes tratamientos de poda española. En el genotipo V-1023 el mayor peso se obtiene con la poda española y 4 plantas por metro, pero sólo en comparación con la poda holandesa y 5 plantas por metro. Esto da un indicio de que se puede obtener un mayor tamaño del fruto al usar una densidad menor de siembra.



Los frutos del genotipo V-1023 son más pesados que los del genotipo F-1026. El genotipo V-1023 presenta frutos de primera con un peso entre 210,45 a 236,76 gramos, mientras que en el genotipo F-1026, los frutos de primera pesan entre 110,44 y 122,11 gramos. La misma tendencia se observa en el peso de los frutos de segunda.

El mayor rendimiento se obtuvo con la poda española, y 5 y 6 plantas por metro lineal, para el caso del genotipo F-1026, y con la poda española, y 4 y 6 plantas por metro lineal, para el caso del genotipo V-1023.

Conclusiones

- El principal factor que influyó en la altura de la planta fue el genotipo, mientras que la densidad de siembra y el tipo de poda no tuvo efecto estadísticamente significativo sobre esta variable.
- Se obtienen más frutos por planta cuando se utiliza poda española, que cuando se aplica poda holandesa.
- La densidad de 2,60 plantas por metro cuadrado (4 plantas por metro lineal, a una distancia de 1,54 m entre hileras) es la que garantiza mayor número de frutos por planta. Esta información es importante, dado que en Costa Rica, la unidad de comercialización al detalle corresponde a cada fruto individual.
- Para el genotipo V-1023, la poda española, con 4 plantas por metro lineal, garantiza la mayor cantidad de frutos de primera. Esto confirma que esta es la densidad y tipo de poda más recomendada para este genotipo. Desde el punto de vista económico, esto es muy ventajoso, dado que los chiles cuadrados tienen un mayor precio que los cónicos, y además se obtiene un sobreprecio con el tamaño más grande.
- Los frutos del genotipo V-1023 son más pesados que los del genotipo F-1026.
- El rendimiento del chile dulce es mayor con poda española que con poda holandesa. Esto representa además un mejor resultado económico con la poda española, no sólo por el mayor rendimiento obtenido, sino también por el menor costo, dado que la labor de poda holandesa representa un aumento en los costos.



Figura 3. Plantas con poda española.



Figura 4. Plantas con poda holandesa.