

HOR09-05. Evaluación del efecto de diferentes estructuras de soporte en el cultivo de cundeamor chino (*Momordica charantia* L)

Ostilio R. Portillo
Programa de Hortalizas

RESUMEN

Dos clases de tutorado, 0° o tipo ramada y 90° o tipo espaldera, comúnmente utilizados en el cultivo de cucurbitáceas, fueron evaluados para medir su impacto en los rendimientos totales, los rendimientos comerciales y la cantidad de fruta rechazada. En general, los rendimientos totales de ambos tutorados fueron de 75,020.83 y 79,360.71 kg.ha⁻¹ respectivamente, no siendo estos significativamente diferentes. Sin embargo, los rendimientos comerciales de ambos tratamientos fueron de 46,567.96 y 56,383.93 kg.ha⁻¹ respectivamente, siendo estos significativamente diferentes. Dicha diferencia radica en una mayor producción de frutos descoloridos y sobre madurados en perjuicio del tutorado a 0°. Finalmente, aun cuando se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos respecto a la longitud y al diámetro promedio de sus frutos, dichas diferencias no son comercialmente importantes.

Palabras claves: días después del trasplante (ddt), rendimiento total (RT), rendimiento comercial (RC), descarte, hipótesis nula (Ho), hipótesis alternativa (Ha), análisis de varianza (ANAVA), coeficiente de determinación (R²).

INTRODUCCION

El cundeamor es una cucúrbita rastrera comúnmente cultivada en Asia, Suramérica, África y el Caribe. Es una planta monoica de polinización abierta. La mayor parte de la polinización es llevada a cabo por las abejas; sin embargo, el polen pierde su viabilidad en pocas horas. La planta produce sus primeras flores entre los 35, 45 ó 55 después de la siembra (dds) manteniendo la floración por espacio de 6 meses. La proporción de flores masculinas a femeninas es de 50:1. Condiciones de alta intensidad lumínica (días largos) favorecen la aparición de flores masculinas 2 semanas antes que las flores femeninas mientras que los días cortos tienen el efecto contrario. Casi el 90% de las flores femeninas se producen en los primeros 40 entrenudos con su mayoría localizada entre el vigésimo primero y el trigésimo entrenudo.

La planta se desarrolla mejor dentro de un rango de temperatura de 24 a 27 °C en suelos con pH entre los 6.0 y 6.7. La germinación de las semillas ocurre 5 a 7 días después de la siembra. Habitualmente, las plantas se siembran a 2 m entre sí en camas o surcos distanciados a 1.5 m para una densidad de siembra de 3,333 plantas.ha⁻¹.

El cundeamor se cosecha cuando sus frutos están tiernos o fisiológicamente inmaduros, los cuales son ricos en vitaminas A, B, C y minerales como el calcio, fósforo, potasio y hierro. (Morgan W., Midmore D., 2002). Los frutos son de sabor amargo debido al aumento en la concentración del alcaloide momordicina, los frutos maduros liberaran en el ambiente la hormona volátil etileno la cual acelera el proceso de maduración de los frutos adyacentes. La determinación del punto óptimo de cosecha es un proceso subjetivo pues se basa en la

evaluación de características externas del fruto como el tamaño, el desarrollo de aristas o bordes, así como también la coloración del mismo la cual debe ser verde, sin embargo un mejor parámetro de estimación es la coloración de la semilla la cual debe ser cremosa, verde pálida o café. Las cosechas normalmente inician en la octava semana (2 meses ddt) alcanzando el pico de producción entre la 11 y 12va semana (3 meses ddt). Los volúmenes de producción varían dependiendo del cultivar, condiciones ambientales y prácticas agronómicas, sin embargo, cosechas de 20,000 a 30,000 kg.ha⁻¹ son comunes. Los frutos de buena calidad deben tener una apariencia fresca, firme, con una coloración externa verde y uniforme, libres de defectos visibles y sin semillas muy desarrolladas. Entre los defectos que aumentan el porcentaje de fruta de rechazo tenemos la sobre maduración, el desarrollo excesivo de la semilla, coloración desuniforme, amarillamiento, ablandamientos, deformaciones y raspaduras y/o rayado ocasionadas por el roce de las frutas con las guías y la presencia de larvas (*Spodoptera* sp.).

Tradicionalmente, las plantas son suspendidas con estructuras de soporte (tutorado de espaldera) de 2 m de altura sobre el nivel del suelo para reducir la incidencia de enfermedades causadas por el contacto directo de la planta con el suelo o por la salpicadura, así como también facilitar tareas de manejo (muestreos, aspersiones, etc.). Sin embargo, se ha sugerido que con este tipo de tutorado se crean condiciones de humedad ambiental que favorecen la diseminación de enfermedades y la reducción de la polinización (Morgan W., Midmore D., 2002). Asimismo, debido a lo frondoso del follaje y la perpendicularidad del tutorado la cosecha se dificulta, los frutos sufren raspaduras por fricción con las guías de la planta y al no ser expuestos a la luz la incidencia de frutos decolorados aumenta. Consecuentemente, debido a las exigencias del mercado de exportación dichos frutos son descartados, lo que es agravado por la falta de una cultura de consumo local que impide la comercialización del producto descartado en el mercado nacional. Sin embargo, existe evidencia estadística que el tutorado tipo ramada o parral (0° respecto al nivel del suelo) puede crear condiciones de mayor aireación reduciendo así la incidencia de enfermedades, incrementar la producción (número de frutos y peso promedio de fruto) e incrementar la proporción de fruta comercializable reduciendo la incidencia de raspaduras y frutos decolorados.

OBJETIVO

Comparar el efecto del tutorado a 0° y 90° con respecto a la superficie del suelo, sobre la producción (total y comercial) y cantidad de fruta descartada, en el cultivo de cundeamor.

MATERIALES Y METODOS

Este ensayo se realizó en el lote No. 11 del Centro Experimental y Demostrativo de Horticultura (CEDEH) ubicado en el valle de Comayagua bajo las condiciones ambientales (climáticas y de suelo) prevalecientes durante el periodo comprendido del 24 de noviembre de 2008 hasta el 18 de mayo de 2009, completando así un ciclo de cultivo de 176 días en un área de 2,500 m². De acuerdo con los datos proporcionados por la estación meteorológica del CEDEH ubicada a 560 m.s.n.m., durante este periodo se registraron las temperaturas ambientales y precipitaciones pluviales medias favorables para el desarrollo del cultivo (Figuras 1 y 2).

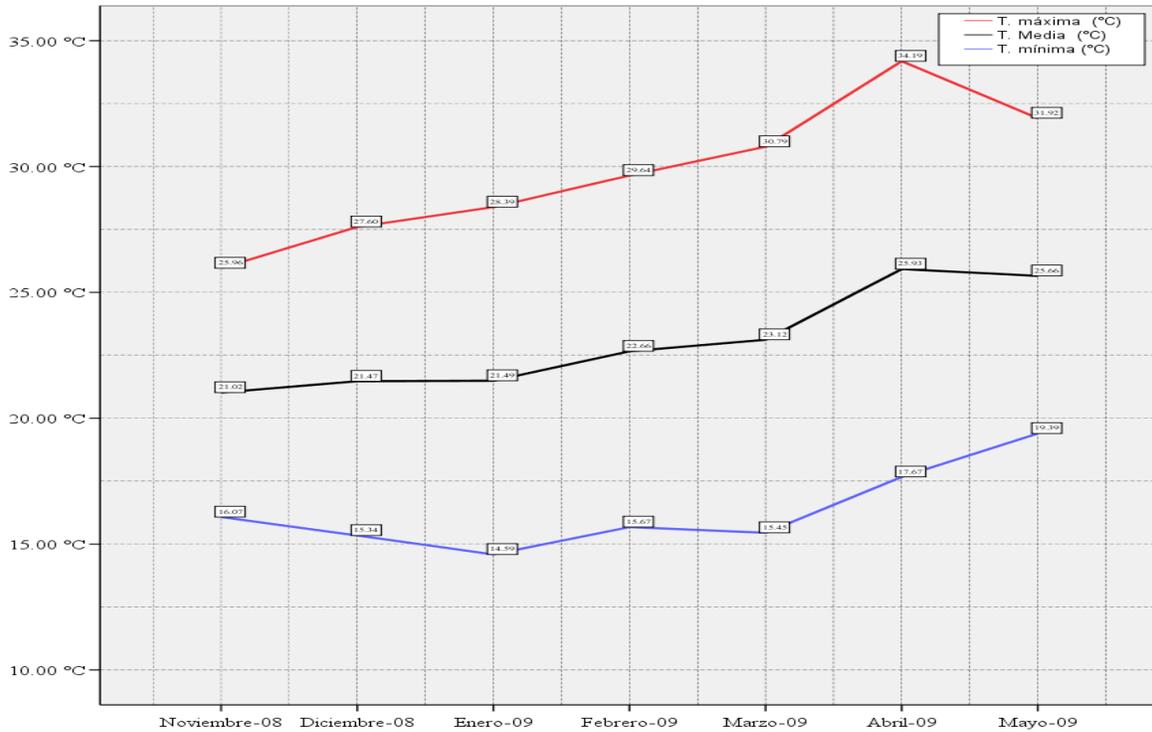


Figura 1. Temperaturas medias ambientales registradas en el valle de Comayagua, CEDEH-FHIA. Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.



Figura 2. Taza de evaporación y precipitación pluvial acumulada registradas en el valle de Comayagua, CEDEH-FHIA, Comayagua, Comayagua, Honduras. 2008-2009.

El ensayo experimental fue establecido de la siguiente manera:

Descripción del tutorado tipo espaldera: después de 18 días en el semillero las plántulas fueron trasladadas al campo definitivo donde fueron sembradas en camas de una sola hilera de 14 m de largo, 80 cm de ancho por 30 cm de alto sobre el nivel del suelo, con acolchado plástico y distanciadas a 1.5 m entre sí (centro a centro). Las plantas fueron sembradas a 2 m entre sí para una densidad poblacional de 3,350 plantas.ha⁻¹. El tutorado fue establecido, antes del trasplante para evitar el daño mecánico de las raíces de las plántulas, con estacas de 2 m de longitud, 2” de diámetro, distanciadas a 2 m entre sí e insertadas al suelo a 0.5 m de profundidad. A lo largo de cada hilera de estacas se colocaron 2 líneas de cabuya siendo la primera ubicada a 0.3 m de la superficie del suelo y la segunda a una altura de 2 m. Posteriormente, se colocó un hilo continuo de polipropileno (ahijara) el cual se sujetó de las cabuyas en la parte superior e inferior de las estacas para formar una red en forma de zigzag.

Descripción tutorado tipo ramada: después de 18 días en el semillero las plántulas fueron trasladadas al campo definitivo donde fueron sembradas en camas de una sola hilera de 14 m de longitud, 80 cm de ancho por 30 cm de alto sobre el nivel del suelo, con acolchado plástico y distanciadas a 1.5 m entre sí (centro a centro). Las plántulas fueron sembradas con un distanciamiento de 2 m entre sí para una densidad poblacional de 3,350 plantas.ha⁻¹. La ramada se construyó con hileras de postes de madera de 2.4 m de longitud con un diámetro de 3” distanciados a 2 m entre sí, insertos al suelo a 0.5 m de profundidad y distribuidas una por cada cama. A lo largo de cada hilera de estacas se colocaron dos líneas de cabuya siendo la primera ubicada a 0.3 m de la superficie del suelo y la segunda a una altura de 2 m. La red del techo se creó con malla plástica para tutorado reforzada con un zigzag de cabuya para mantener la tensión de la misma.

Durante el crecimiento hasta alcanzar el techo, las plantas fueron guiadas verticalmente por hilos de polipropileno (ahijara) conectados a la cima de la estructura; asimismo, durante su crecimiento se cortaron las ramificaciones laterales (chupones) y una vez que la guía alcanzó la cima se cortó el meristemo apical para provocar una bifurcación de la guía principal.

Con el propósito de controlar la gradiente en la distribución de sales provocada por el sistema de riego durante la fertigración, el diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar (D.B.C.A.) con ocho repeticiones por tratamiento (Figura 3). Cada repetición contaba con seis camas para un área total de 126 m². Los parámetros de evaluación sometidos a estudio fueron los siguientes: rendimientos totales (kg.ha⁻¹) y comerciales (kg.ha⁻¹, frutos.ha⁻¹), peso promedio de fruto (g), longitud promedio de fruto (cm), diámetro promedio de fruto (cm), fruta de rechazo por diferentes motivos (sobre maduración, decoloración, deformaciones, raspaduras o rayado y el daño por larvas (*Spodoptera* sp.) y la relación beneficio-costos.

Los datos recolectados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA, $\alpha \leq 0.05$) con InfoStat versión 2008 de La Universidad de Córdoba, Argentina, utilizando el modelo general lineal bajo las siguientes hipótesis: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_x$ versus H_a : al menos una μ es diferente. A efecto de determinar la confiabilidad de las conclusiones derivadas del ANAVA se verificó la normalidad de residuos estandarizados a través de los test de Shapiro-Wilk (si los grados de libertad ≤ 50 , $\alpha \leq 0.05$) y el test de Kolmogorov-Smirnov (si los grados de libertad $>$ de 50, $\alpha \leq 0.05$) bajo las siguientes hipótesis: H_0 : Residuos = normalmente

distribuidos *versus* H_a : Residuos \neq normalmente distribuidos. Así mismo, la homogeneidad de varianzas fue verificada a través del test de Levene ($\alpha \leq 0.05$) bajo las siguientes hipótesis: H_0 : $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \dots \sigma_x$ *versus* H_a : $\sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3 \dots \sigma_x$. Finalmente, cuando el ANAVA detectó diferencias significativas entre los tratamientos se utilizó la diferencia mínima significativa (DMS) de Fisher para separar sus medias.

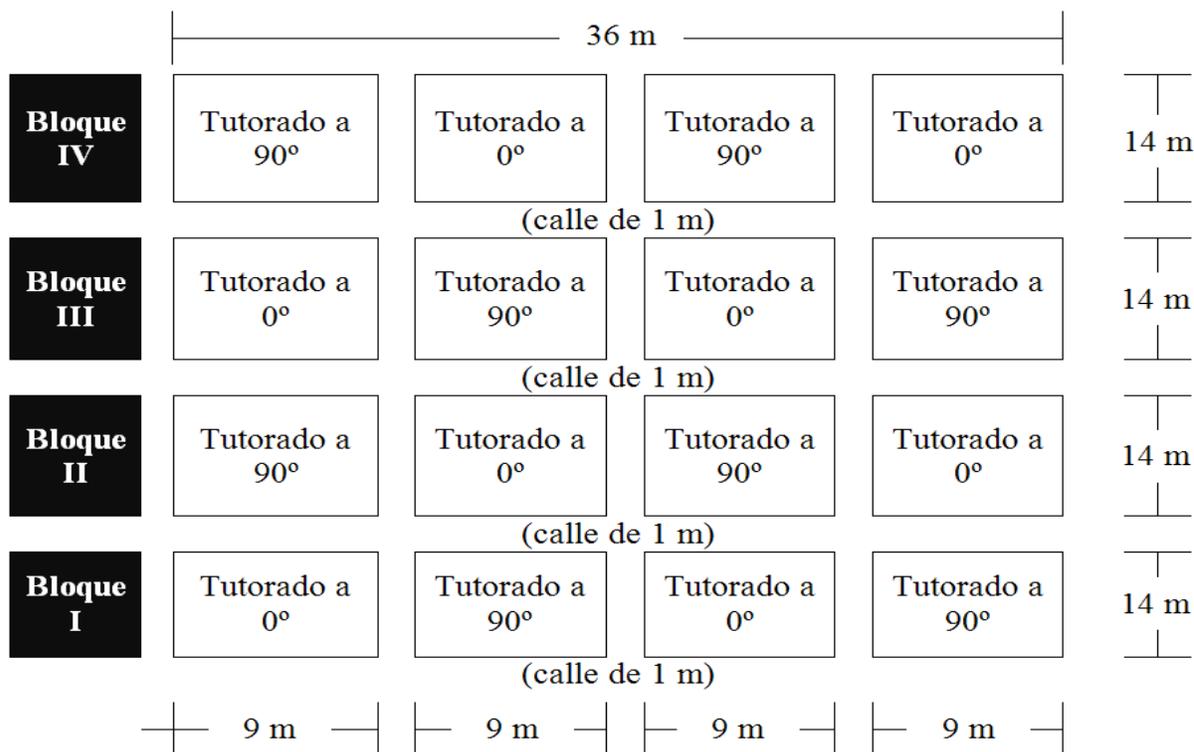


Figura 3. Esquema de distribución de los tratamientos en el lote No.11.

El nivel de fertilización aplicado a ambos tratamientos fue de 191.93, 95.12, 184.86, 82.88, 45.56, 35.17 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-CaO-MgO-S}$, respectivamente, equivalente a: 198.16 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (MAP), 420.15 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de KNO_3 , 133.96 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MgSO_4 , 229.24 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de NH_4NO_3 y 311.59 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Finalmente, todos los fertilizantes arriba descritos fueron previamente diluidos y aplicados al cultivo a través del sistema de riego por goteo. El $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ fue aplicado por separado para evitar la formación de precipitados los cuales son insolubles y por consiguiente no disponibles para la planta, además de provocar la acumulación de sólidos en la cinta de riego reduciendo así su vida útil.

El control fitosanitario consistió en la aplicación de una gama de plaguicidas en las cantidades descritas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Plaguicidas aplicados durante el ciclo de cultivo para el manejo de insectos plaga y enfermedades micóticas.

Producto	Ingrediente activo	Cantidad	Plaga/enfermedad
Actara	Thiametoxan	0.02 kg	<i>Bemisia tabaci</i> , áfidos.
Amistar	Azoxystrobin	0.01 kg	Protección de enfermedades micóticas.
Bravo	Clorotalonilo	0.35 kg	Protección de enfermedades micóticas.
Bravo Ultrex	Clorotalonilo	0.57 kg	Protección de enfermedades micóticas.
Chess	Pymetrozine	0.02 kg	Áfidos.
Curzate	Cymoxanil, Mancozeb	0.90 kg	Protección de enfermedades micóticas.
Danitol	Fenpropatrina	0.35 l	<i>Spodoptera</i> sp. y trips.
Derosal	Carbenzadin	0.50 l	Protección de enfermedades micóticas.
Dipel	Bacillus thuringiensis	0.60 kg	Masas de huevos y larvas de lepidópteros.
Epingle	Piriproxifen	0.20 l	Larvas de <i>Spodoptera</i> sp. y <i>Thrips palmi</i> .
Krisol	Thiodicarb	0.02 kg	Masas de huevos y larvas de lepidópteros.
Liquid Feed	Aminoácidos	0.25 l	
Malathion	Malatión	0.50 l	<i>Thrips palmi</i> y <i>Spodoptera</i> sp.
Mancozeb	Mancozeb	2.58 kg	Protección de enfermedades micóticas.
Match	Lufenuron	0.16 l	Larvas de <i>Spodoptera</i> sp.
Monarca	Thiacloprid, beta-cifluthrin	0.27 l	<i>Bemisia tabaci</i> y <i>Spodoptera</i> sp.
Muralla	Thiacloprid, Cyfluthrin	0.49 l	<i>Bemisia tabaci</i> , <i>Spodoptera</i> sp. y trips.
Pirimetha	Cipermetrina	0.25 l	Trips y <i>Spodoptera</i> sp.
Plural	Imidacloprid	0.54 l	Trips.
Proclaim	Emamectin benzoate	0.90 kg	Trips y <i>Spodoptera</i> sp.
Ridomil	Mancozeb-metalaxil	0.08 kg	Protección de enfermedades micóticas
Spintor	Espinosad	0.10 l	Trips.
Stratego	Trifloxystrobin	0.30 l	Protección de enfermedades micóticas.
Sunfire	Chlorfenapir	0.24 l	Trips y <i>Spodoptera</i> sp.
Talonil	Clorotalonilo	2.00 l	Protección de enfermedades micóticas.
Talstar	Bifentrina	0.25 l	<i>Bemisia tabaci</i> y trips.
Thimet (granulado)	Phorate	1.00 kg	Control de gusano achero o nochero.

RESULTADOS

Análisis de rendimientos totales (RT)

Los rendimientos totales promedios reportados por los tutorados a 0° y 90° fueron de 75,020.83 y 79,360.71 kg.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA de los RT detectó evidencia estadística (p-valor: 0.192) en favor de la H₀ lo cual sugiere la ausencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Adicionalmente, la prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia estadística (p-valor: 0.442) en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados. Finalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística (p-valor: 0.507) en favor de la H₀ lo cual sugiere la homogeneidad de variancias.

Análisis de rendimientos comerciales (RC)

Los rendimientos comerciales promedio reportados por los tutorados a 0° y 90° fueron de 46,567.96 y 56,383.93 kg.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA de los RC detectó evidencia estadística (p-valor: 0.010) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Asimismo, el número promedio de frutos con calidad comercial registrados por los tutorados a 0° y 90° fue de 4,851 y 5,936 frutos.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del número promedio de frutos con calidad comercial detectó evidencia estadística (p-valor: 0.000) en favor de la hipótesis H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Adicionalmente, la prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia estadística (p-valor: 0.088) en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados. Finalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística (p-valor: 0.187 y 0.150) en favor de la H₀ lo cual sugiere la homogeneidad de variancias tanto para los RC y el número promedio de frutos con calidad comercial.

Análisis del peso promedio de frutos

El peso promedio de frutos reportado por los tutorados a 0° y 90° fue de 241.05 y 239.3 g, respectivamente. El ANAVA del peso promedio de frutos detectó evidencia estadística (p-valor: 0.463) en favor de la H₀ lo cual sugiere la ausencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Adicionalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística (p-valor: 0.98) en favor de la H₀ lo cual sugiere la homogeneidad de variancias.

Análisis de la longitud promedio de frutos

La longitud promedio de frutos reportado por los tutorados a 0° y 90° fue de 23.23 y 23.51 cm, respectivamente. El ANAVA de la longitud promedio de frutos detectó evidencia estadística (p-valor: 0.016) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Adicionalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística (p-valor: 0.304) en favor de la H₀ lo cual sugiere la homogeneidad de variancias.

Análisis de diámetro promedio de frutos

El diámetro promedio de frutos reportado por los tutorados a 0° y 90° fue de 4.89 y 4.84 cm, respectivamente. El ANAVA del diámetro promedio de frutos detectó evidencia estadística (p-valor: 0.016) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Adicionalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística (p-valor: 0.983) en favor de la H₀ lo cual sugiere la homogeneidad de variancias.

Análisis del descarte de frutos

- El rendimiento promedio de fruta descartada registrada por los tutorados a 0° y 90° fue de 28,452.88 y 22,976.79 kg.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del rendimiento promedio de fruta descartada detectó evidencia estadística (p-valor: 0.003) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. El número promedio de frutos descartados registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 104,603 y 102,133 frutos.ha⁻¹ respectivamente; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos (p-valor: 0.553). Adicionalmente, la prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia estadística en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para el rendimiento promedio de fruta descartada (p-valor: 0.766) y el número promedio de frutos descartados (p-valor: 0.985). Finalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística en favor de la H₀ lo cual sugiere la homogeneidad

de variancias para el rendimiento promedio de fruta descartada (p-valor: 0.56) y el número promedio de frutos descartados (p-valor: 0.906).

- El rendimiento promedio de frutos sobre-maduros registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 16,987.79 y 10,782.24 kg.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del rendimiento promedio de frutos sobre-maduros detectó evidencia estadística (p-valor: 0.000) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tutorados. Asimismo, el número promedio de frutos sobre-maduros registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 49,107.14 y 35,813.49 frutos.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del número promedio de frutos sobre-maduros detectó evidencia estadística (p-valor: 0.001) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tutorados. Adicionalmente, la prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia estadística en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para el rendimiento promedio de frutos sobre-maduros (p-valor: 0.747) y el número promedio de frutos sobre-maduros (p-valor: 0.327). Finalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística en favor de la H₀ lo cual sugiere la homogeneidad de variancias para el rendimiento promedio de frutos sobre-maduros (p-valor: 0.582) y el número promedio de frutos sobre-maduros (p-valor: 0.677).
- El rendimiento promedio de frutos con decoloraciones registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 955.36 y 394.84 kg.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del rendimiento promedio de frutos con decoloraciones detectó evidencia estadística (p-valor: 0.022) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tutorados. Asimismo, el número promedio de frutos con decoloraciones registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 2,976 y 1,488 frutos.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del número promedio de frutos con decoloraciones detectó evidencia estadística (p-valor: 0.028) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tutorados. Adicionalmente, la prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia estadística en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para el rendimiento de frutos con decoloraciones (p-valor: 0.66) y el número de frutos con decoloraciones (p-valor: 0.862). Finalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística en favor de la H₀ lo cual sugiere la homogeneidad de variancias para el rendimiento promedio de frutos con decoloraciones (p-valor: 0.687) y el número promedio de frutos con decoloraciones (p-valor: 0.722).
- El rendimiento promedio de frutos rayados registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 969.25 y 1,475.39 kg.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del rendimiento promedio de frutos rayados detectó evidencia estadística (p-valor: 0.011) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tutorados. Asimismo, el número promedio de frutos rayados registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 3,988 y 6,399 frutos.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del número promedio de frutos rayados detectó evidencia estadística (p-valor: 0.01) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tutorados. Adicionalmente, la prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia estadística en favor de la H₀ lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para el rendimiento promedio de frutos rayados (p-valor: 0.136) y número promedio de frutos rayados (p-valor: 0.189). Finalmente, la prueba de Levene

detectó evidencia estadística en favor de la H_0 lo cual sugiere la homogeneidad de variancias para el rendimiento promedio de frutos rayados (p-valor: 0.973) y el número promedio de frutos rayados (p-valor: 0.975).

- El rendimiento promedio de frutos con deformaciones registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 7,873.41 y 8,609.03 kg.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del rendimiento promedio de frutos con deformaciones detectó evidencia estadística (p-valor: 0.077) en favor de la H_0 lo cual sugiere la ausencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Sin embargo, el número promedio de frutos con deformaciones registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 41,756 y 51,081 frutos.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del número promedio de frutos con deformaciones detectó evidencia estadística (p-valor: 0.001) en favor de la H_a lo cual sugiere la presencia de diferencias significativas entre ambos tutorados. Adicionalmente, la prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia estadística en favor de la H_0 lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para el rendimiento promedio de frutos con deformaciones (p-valor: 0.365) y el número promedio de frutos con deformaciones (p-valor: 0.201). Finalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística en favor de la H_0 lo cual sugiere la homogeneidad de variancias para rendimiento promedio de frutos con deformaciones (p-valor: 0.295) y el número promedio de frutos con deformaciones (p-valor: 0.722).
- El rendimiento promedio de frutos dañados por larvas registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 1,667.06 y 1,715.28 kg.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del rendimiento promedio de frutos dañados por larvas detectó evidencia estadística (p-valor: 0.837) en favor de la H_0 lo cual sugiere la ausencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Asimismo, el número promedio de frutos dañados por larvas registrado por los tutorados a 0° y 90° fue de 6,776 y 7,351 frutos.ha⁻¹ respectivamente. El ANAVA del número promedio de frutos dañados por larvas detectó evidencia estadística (p-valor: 0.559) en favor de la H_0 lo cual sugiere la ausencia de diferencias significativas entre ambos tratamientos. Adicionalmente, la prueba de Shapiro-Wilk detectó evidencia estadística en favor de la H_0 lo cual sugiere la normalidad de los residuos estandarizados para el rendimiento promedio de frutos dañados por larvas (p-valor: 0.841) y número promedio de frutos dañados por larvas (p-valor: 0.963). Finalmente, la prueba de Levene detectó evidencia estadística en favor de la H_0 lo cual sugiere la homogeneidad de variancias para rendimiento promedio de frutos dañados por larvas (p-valor: 0.845) y el número promedio de frutos dañados por larvas (p-valor: 0.979).

INTERPRETACION Y CONCLUSIONES

1. La evidencia sugiere que no hay diferencias importantes entre ambos tutorados respecto a sus rendimientos totales. Sin embargo, para fines prácticos los tratamientos pueden ser separados de la siguiente manera: RT del tutorado a 90° > RT del tutorado a 0° . Por otro lado, la grafica de producción de ambos tratamientos siguió una trayectoria irregular denotada por altos rendimientos seguidos, en la mayoría de los casos, por bajos rendimientos (Figura 4). La causa de tal fluctuación es desconocida.

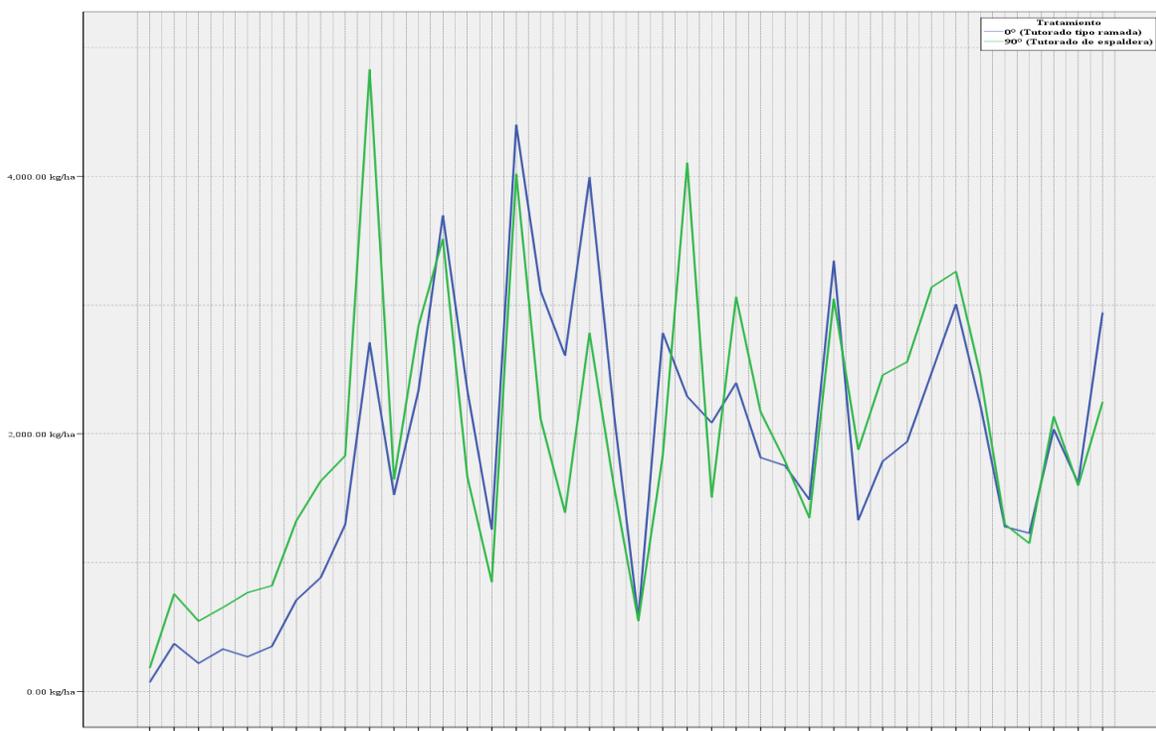


Figura 4. Rendimientos totales de los tutorados a 0° y 90° en cada una de las 40 cosechas.

2. Por el contrario, la evidencia sugiere que los rendimientos comerciales promedio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) del tutorado a 90° son mayores que los del tutorado a 0°. Este resultado es reforzado por la diferencia entre ambos tratamientos respecto al número de frutos producidos con calidad comercial. En resumen, se detectó una diferencia de 1,085 frutos. ha^{-1} con calidad comercial a favor del tutorado a 90°.
3. Se puede concluir que los rendimientos comerciales promedio del tutorado a 0° son inferiores a los de su contraparte debido a una mayor cantidad ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de fruta descartada. Curiosamente, desde el punto de vista del número total de frutos descartados no existe una diferencia significativa entre ambos tratamientos. Asimismo, se puede establecer que el incremento en la cantidad de fruta descartada es atribuible a un mayor número y rendimiento de frutos con decoloraciones (Figura 5) y frutos sobre-maduros (Figura 6).

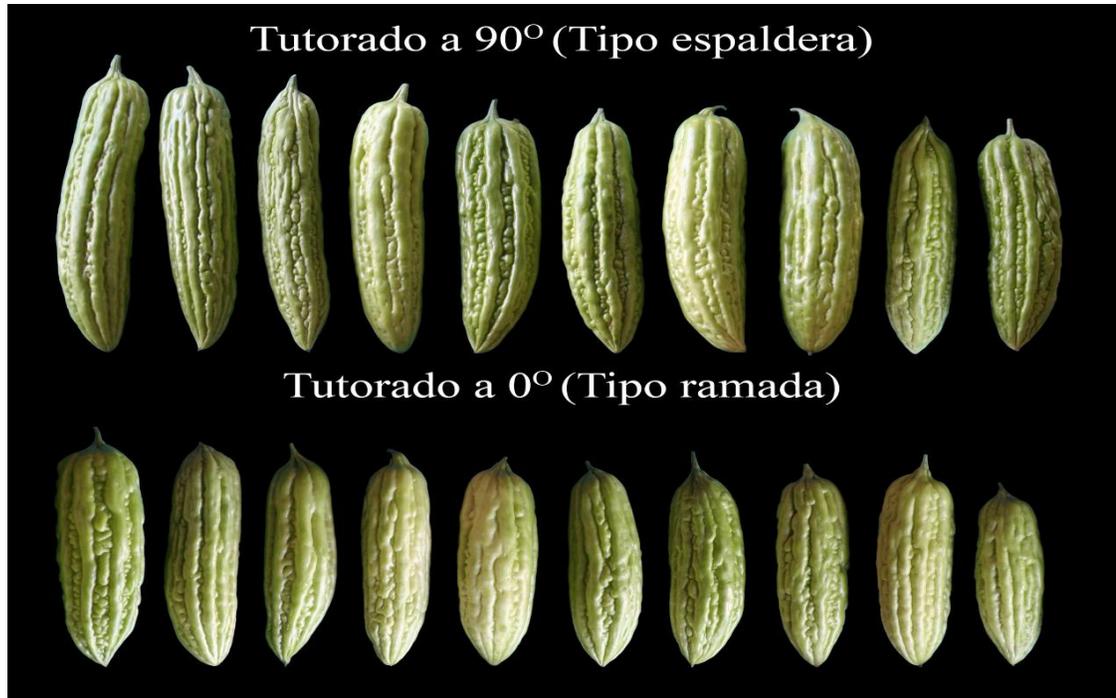


Figura 5. Comparación de frutos de cundeamor chino (*Momordica charantia* L) seleccionados al azar y producidos en dos tipos de tutorados. En la gráfica se puede apreciar que la coloración de los frutos cosechados de una estructura tipo ramada son más pálidos.

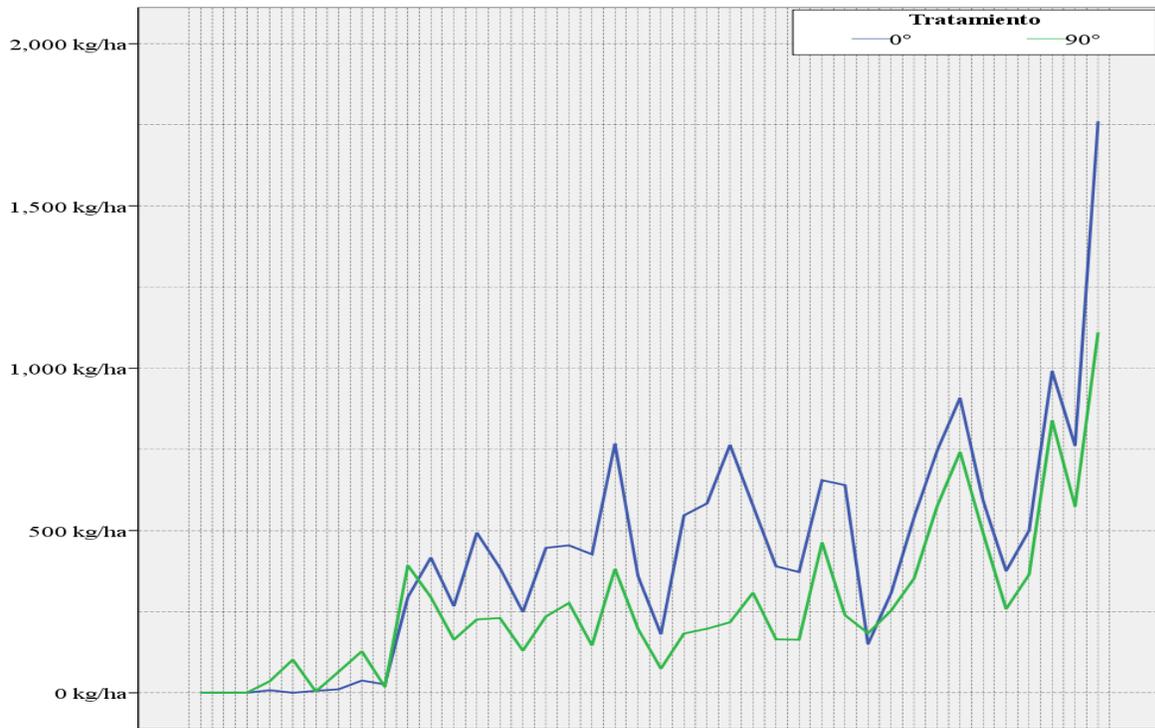


Figura 6. Rendimiento de frutos sobre-maduros en cada una de las 40 cosechas.

El aumento de frutos con decoloraciones puede explicarse por la reducción en la cantidad de luz que ingresa a través del follaje luego de que las guías de las plantas han cubierto completamente el techo de la estructura. Al no recibir suficiente luz, los frutos no pueden realizar la fotosíntesis eficientemente por lo que su piel tiende a ser más pálida. Por otro lado, se puede especular que esta misma barrera física favorece la acumulación de la hormona volátil etileno. El denso follaje del techo de la estructura provoca la lenta movilización de la hormona hacia la atmosfera aumentando así su concentración en el aire circundante a los frutos lo cual provoca su rápida maduración.

4. En base a la evidencia, ninguno de los tratamientos favorece la producción de frutos con deformaciones por lo que su presencia se atribuye a otros factores (genotipo y su interacción con el medio ambiente). Asimismo, ninguno de los tratamientos favorece la presencia y multiplicación de lepidópteros.
5. Los resultados indican que el tutorado a 90° favorece la incidencia de frutos rayados. Esto ocurre cuando los frutos, al ser movidos por el viento, tienden a ser mecánicamente dañados por las guías y hojas de las plantas con las que están en contacto directo
6. El análisis del peso promedio de frutos a la cosecha reveló que no existen diferencias importantes entre ambos tratamientos; sin embargo, los frutos del tutorado a 0° tienden a ser ligeramente más pesados (2 g) que los de su contraparte. Asimismo, el peso promedio de frutos varió en cada una de las 43 cosechas realizadas. Finalmente, las graficas del peso promedio de frutos de ambos tratamientos denotan una trayectoria parabólica (Figura 7) la cual, para efectos de predicción, puede ser estimada con una R^2 de 85.4% usando la siguiente formula de regresión:

Peso promedio de frutos = $-254.61 - 0.407(\text{ddt}) + 54.573(\text{diámetro de fruto}) + 11.76 (\text{longitud de fruto})$

Donde:

$$60 \text{ días} \leq \text{ddt} \leq 175 \text{ días.}$$

$$4.05 \text{ cm} \leq \text{diámetro de fruto} \leq 5.46 \text{ cm.}$$

$$16.25 \text{ cm} \leq \text{longitud de fruto} \leq 28.04 \text{ cm.}$$

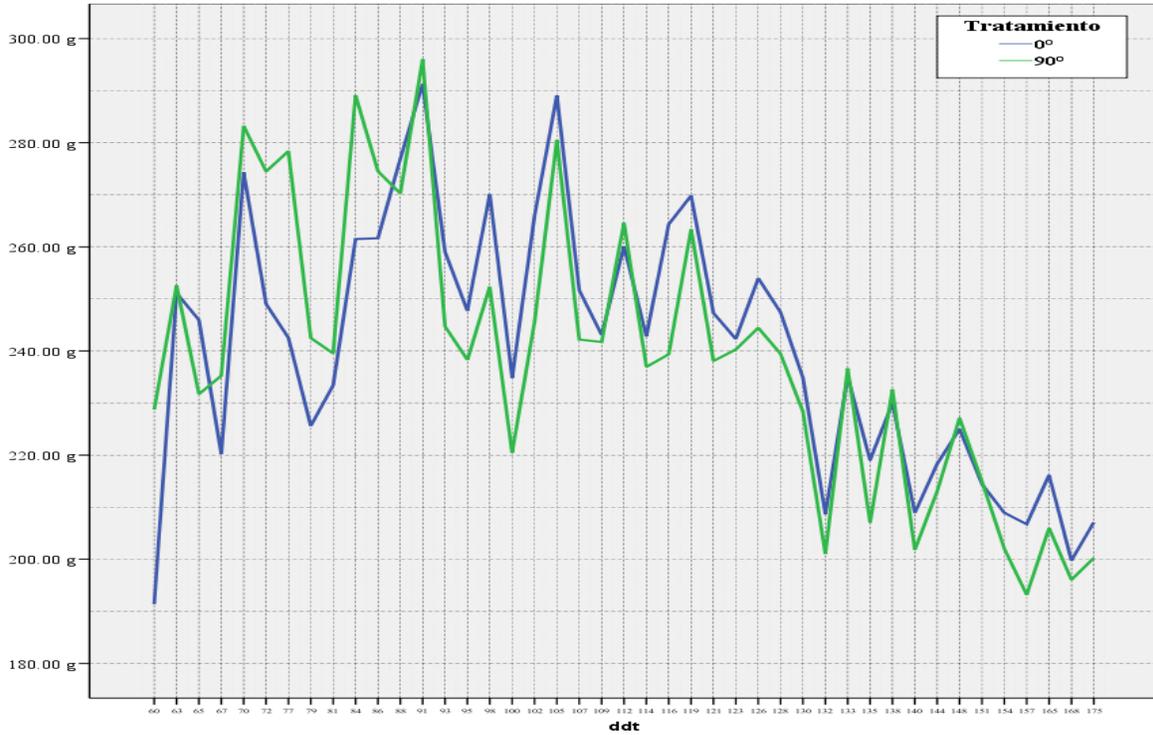


Figura 7. Peso promedio de frutos de los tutorados a 0° y 90° registrado en 43 cosechas.

7. El análisis de la longitud promedio de frutos reveló diferencias entre ambos tratamientos. Los frutos producidos en el tutorado a 90° tienden a ser ligeramente más largos (0.28 cm); sin embargo, esta diferencia no es de importancia comercial. Finalmente, las graficas de la longitud promedio de frutos de ambos tratamientos denotan una trayectoria parabólica (Figura 8).



Figura 8. Longitud promedio de frutos de los tutorados a 0° y 90° registrada en 43 cosechas.

El análisis del diámetro promedio de frutos reveló diferencias entre ambos tratamientos. Los frutos producidos en el tutorado a 0° tienden a ser ligeramente más gruesos (0.05 cm). Sin embargo, esta diferencia no es de importancia comercial.

RECOMENDACIONES

Debido a que el análisis de los datos colectados se llevó a cabo utilizando el modelo lineal general (GLM por sus siglas en inglés) donde las variables independientes, tratamientos y bloques, fueron analizadas como factores fijos todas las conclusiones arriba descritas son validas para el ambiente bajo el cual el ensayo se desarrolló por lo que, estadísticamente hablando, no pueden ser utilizadas para hacer inferencias acerca del comportamiento de dichas variedades en diferentes ambientes. En conclusión, si se desea hacer recomendaciones a productores de cundeamor chino del valle de Comayagua es necesario llevar a cabo al menos dos nuevas evaluaciones para así poder realizar un análisis de estabilidad.

LITERATURA CITADA

Morgan W., Midmore D., 2002. Bitter Melon in Australia, A report for the Rural Industries Research and Development Corporation.