

**Efecto de la luz sobre el rendimiento de “Ka’a
He’ẽ” *Stevia rebaudiana* B. en Zamorano**

Cecilio Torres Díaz

Honduras
Diciembre, 2002

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Efecto de la luz sobre el rendimiento de “Ka’a He’ẽ” *Stevia rebaudiana* B. en Zamorano

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Cecilio Torres Díaz

Honduras
Diciembre, 2002

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Cecilio Torres Díaz

Honduras
Diciembre, 2002

**Efecto de luz sobre el rendimiento de “Ka’a He’ẽ”
Stevia rebaudiana B. en Zamorano**

presentado por:

Cecilio Torres Díaz

Aprobada:

José M. Miselem L., M. Sc.
Asesor Principal

Jorge I. Restrepo, M.A.P
Coordinadora de la Carrera

Marcial Rubio, Lic. Adm. Agr.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Alfredo Rueda, Ph. D.
Coordinador de Area Temática

Mario Contreras, Ph. D
Director General

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen de Caacupé que me han guiado para llegar a mi objetivo.

A mis padres Aurelio y Albina que siempre me acompañaron, especialmente en los momentos más difíciles con mucho amor y comprensión.

A mis hermanos Lucila, Marcelina, Idalia, Luís, Cristian, Ada, Agueda y Daniel que fueron mis aliados de siempre

AGRADECIMIENTOS

A la familia Zelaya – Rubio por su tolerancia, comprensión y especialmente por considerarme como parte de esa familia. Gracias por ser mis padres en Honduras.

A la familia Martínez – Valle por el apoyo y consejo de siempre.

A la familia Owen – Ferrari por el cariño y amistad que me han brindado.

Al Ing. Miselem por su apoyo, confianza y buenos consejos que me ha brindado. Muchas gracias Ingeniero.

Al Lic. Marcial Rubio por la cooperación y ayuda.

Al Dr. Espinal por su apoyo incondicional

A René, Isabel y Ramón por su colaboración y voluntad de apoyo de siempre

A Nolberto por haberme soportado toda mi estadía en Zamorano y ser como mi hermano.

A mi gran colonia paraguaya Dorivar, Wilma, Héctor, Enrique, Pedro, Jover, Dennis, Alberto y Luís por sus amistades.

A Héctor Owen, Sayra y Diosana por ser mis mejores amigos en Zamorano.

A todos mis amigos y compañero de la carrera, en especial a Darling y Neptaly.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Fondo Dotal Suizo por su apoyo financiero en los tres primeros años de estudios.

A la Fundación Nipón por el financiamiento de mi último año de estudio.

A mi familia que me apoyó en todo momento.

RESUMEN

Torres, Cecilio. 2002. Efecto de la luz sobre el rendimiento de “Ka’a He’ẽ” *Stevia rebaudiana* B. en Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 21 p.

El “Ka’a He’ẽ” o yerba dulce (*Stevia rebaudiana* B.) pertenece a la familia Compositae y es originaria de Paraguay. Es una especie de alta producción de sustancias naturales dulces y sin calorías, denominadas steviósidos, su poder edulcorante puede ser hasta 300 veces mayor que la sacarosa. Es de fotoperíodo neutral, es decir, florece en días de 12 horas luz y en días largos de hasta 16 horas, pero las condiciones de fotoperíodo largo favorecen el desarrollo vegetativo. El objetivo del estudio fue obtener mayor rendimiento foliar en condiciones de Zamorano, Honduras. Se usaron tres tratamientos en la etapa de plántulas durante un mes: cuatro horas luz, dos horas luz y un testigo donde no se dio luz artificial, después se transplantó en el campo y se cosechó cuando las plantas empezaron a formar botones florales y se midió peso fresco y peso seco de las mismas. El aumento en la cantidad de luz aumentó significativamente la altura de la planta (entrenudos más largos) y la materia seca. Sin embargo, el aumento de la luz disminuyó el número de hojas. Ninguno de los tratamientos de luz obtuvo rentabilidad económica; esto se debió a que la primera cosecha de *Stevia* es generalmente la más baja por el tamaño pequeño de la cepa. El mayor rendimiento de materia fresca y seca se obtuvo al dar 2 horas de luz adicional. Para seguir con este estudio se recomienda hacer análisis de laboratorio para determinar el contenido de steviósido total con la adición de la luz y cosechar más de una vez en el campo para ver efecto sucesivo de la aplicación de luz aplicada en las plántulas.

Palabras clave: Crecimiento vegetativo, fotoperíodo, luz artificial, steviósido total

NOTA DE PRENSA

La Stevia, una alternativa para el sector privado de Honduras

La *Stevia rebaudiana*, planta originaria de Paraguay, es un edulcorante natural que no produce calorías. La Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras, en el marco de un programa de diversificación de la producción agrícola, está ejecutando un plan de investigación sobre la producción de campo e inmediatamente impulsar su cultivo comercial entre los productores hondureños.

Esta planta se ha identificado como un rubro capaz de mejorar la situación económica de los productores mediante sus tres cosechas anuales y generar materia prima para una industria con potencial de mercado en sostenido crecimiento, casi ilimitado.

La hoja de la *Stevia* se puede utilizar en forma natural: hojas secas enteras, molidas, en infusiones, o para endulzar otras bebidas; o en forma industrializada, ya que la extracción y cristalización de sus principios edulcorantes denominado “steviósido” que es el compuesto dulce de la planta y puede ser hasta 300 veces más dulce que la sacarosa o azúcar de caña. El interés por el cultivo de *Stevia* en Honduras, ha surgido del sector privado que ve en este rubro una alternativa de ocupación de la mano de obra en el campo y de generación de ingresos económicos para los productores.

Una de las zonas agroecológicamente aptas para el desarrollo del cultivo es el Valle del Yeguaré donde se ubica Zamorano. En este sector, se realizó un estudio para medir el efecto de la luz sobre el rendimiento de *Stevia* y determinar si es posible lograr un mayor crecimiento vegetativo y por ende mayor rendimiento en materia seca de la planta en el campo.

El ensayo se realizó con diferentes horas de luz (2 y 4) y sin luz artificial en la etapa de plántulas. En este caso se identificó la cantidad de luz necesaria para obtener mayor rendimiento de materia seca en el campo que equivale a mayor tiempo a cosecha después de su transplante.

Las plántulas que recibieron dos (2) horas de luz artificial fueron las que resultaron con mayor rendimiento de materia seca, pero la aplicación de luz artificial en la etapa de plántulas sólo tuvo efecto sobre la primera cosecha que en el caso de *Stevia*, van aumentando hasta llegar al pico al tercer año de producción. En este caso se recomienda aplicar la luz artificial directamente en el campo y evaluar si económicamente es viable. Asimismo, se sugiere hacer análisis de laboratorio para determinar el contenido de steviósido total con la adición de la luz.

La producción comercial de *Stevia* es factible en Honduras, pero se necesita evaluar bien los estudios económicos ya que es una alternativa para productores interesados.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Agradecimiento a Patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Nota de Prensa.....	viii
Contenido.....	ix
Índice de Cuadros.....	xi
Índice de Anexos.....	xii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 General.....	2
1.2.2 Específicos.....	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 EFECTO DEL FOTOPERÍODO SOBRE LA FLORACIÓN	3
2.2 DURACIÓN DEL SOL EN HONDURAS Y PARAGUAY	4
3 MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS	5
3.2 PRODUCCIÓN COMERCIAL EN EL CAMPO	5
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	7
4.1.1 Producción de plántulas	7
4.1.2 Rendimiento comercial en el campo	8
4.2 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	9
5 CONCLUSIONES	11
6 RECOMENDACIONES	12
7 BIBLIOGRAFÍA	13
8 ANEXOS	14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Crecimiento vegetativo de plántulas de <i>Stevia</i> con diferentes horas luz a los 30 días de edad.....	7
2.	Rendimiento comercial del primer corte a los 8 y 22 días después de transplante de <i>Stevia</i> producidos con plántulas que recibieron diferentes horas luz.....	8
3.	Costo total de <i>Stevia</i> (L/ha) con diferentes horas de luz	9
4.	Análisis de sensibilidad para tres tratamientos de horas luz en <i>Stevia</i>	10

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos

1.	Duración del sol en Honduras y Paraguay	15
2.	Mapa de campo de la segunda parte del ensayo.....	16
3.	Costos comunes de <i>Stevia</i> (L/3.38m ²).....	17
4.	Costos comunes de <i>Stevia</i> (L/ha)	17
5.	Costos de producción de <i>Stevia</i> en el campo (L/2.70m ²).....	18
6.	Costos de producción de <i>Stevia</i> en el campo (L/ha)	18
7.	Costos diferenciales por tratamiento de <i>Stevia</i> (L/3.38m ²).....	19
8.	Costos diferenciales por tratamiento de <i>Stevia</i> (L/ha)	20
9.	Costo total por plántula de <i>Stevia</i>	21

1. INTRODUCCIÓN

El “Ka’a He’ẽ” o yerba dulce conocida científicamente como *Stevia rebaudiana* B. de la familia compositae, tribu Eupatorieae fue descubierto por Moisés Bertoní en la zona norte de Paraguay, es una planta herbácea (0.80 – 1.20 m de altura), semiperenne (6 – 8 años) (Delvalle, 2001). Es una especie de alta producción de sustancias naturales denominadas “steviósidos” y “rebaudiósidos” cuyo poder edulcorante en su extracto puro puede ser 300 veces más que la sacarosa o azúcar de caña. Esta especie no contiene sacarosa y no produce calorías, por lo cual su uso medicinal en dietas para diabéticos y adelgazantes resulta muy importante, pero todavía se encuentra poco difundido (Jordan, 1984).

Los compuestos edulcorantes son diterpenoides formados por nueve glucósidos, cuyo contenido promedio en las hojas son los siguientes: steviósido (10%); rebaudiósidos A, C, D, E (3-4%); dulcósidos A, B; isosteviol; steviol-glicósido (en proporciones menores al 1%). Actualmente se denomina steviósido total al conjunto de todos estos componentes (Molinas, 1989). Como uso medicinal, es muy importante pues posee propiedades terapéuticas para: diabetes por ser hipoglucemiante, obesidad por no aportar calorías al ser metabolizado, acidez estomacal por ser antiácida, anticaries por no ser fermentado el esteviósido por las bacterias orales, etc. (Zanón, 2001).

Según Molinas (1989) la *Stevia* es una especie perenne que cultivada con fines comerciales puede durar 5 o 6 años, cortando 2, 3 o 4 veces al año dependiendo de la latitud donde se halle implantado el cultivo y del riego. El tallo puede morir todos los años ya sea por cuestiones de ciclo reproductivo u otras razones ambientales. Queda un tallo subterráneo con un sistema de raíz que luego forma cepas, emergiendo nuevos brotes en la base del tallo anterior. La hoja es el órgano con mayor contenido de esteviósido. La raíz es el único órgano que no posee esteviósido. La polinización es entomófila, con fecundación cruzada por lo tanto sus semillas poseen gran variabilidad genética. El potencial económico más grande de *Stevia* está como alternativa natural a los dulcificantes artificiales (tales como sacarina del aspartame o del sodio). La hoja seca de la *Stevia* es hasta 30 veces más dulce que la sacarosa.

El clima natural es subtropical semi-húmedo con extremos de la temperatura a partir de 5 a 43 °C, haciendo un promedio de 24 °C. Es de fotoperíodo neutral, es decir florece tanto en días cortos de 12 horas como en días largos de hasta 16 horas, pero en condiciones de fotoperíodo largo favorece el desarrollo vegetativo. Según Sumida, citado por Jordan (1984) la planta es resistente a la humedad, pero no a la sequía, requiere de 1,500 a 1,700 mm por año bien distribuidos. Prospera muy bien en suelo francos, franco arcillosos con buen contenido de materia orgánica, buena capacidad de retención de agua con buen drenaje interno. La planta entera se cosecha momentos antes del florecimiento para obtener el contenido máximo del glucósido.

La producción comercial se lleva a cabo principalmente en Paraguay, Uruguay, América Central, los Estados Unidos, Israel, Tailandia, China, Brasil y Argentina. Es un cultivo de gran

potencial económico, sabiendo que el steviósido puede ser usado como edulcorante natural no calórico en la dieta.

En Honduras se ha identificado a la *Stevia* como rubro capaz de mejorar la situación económica de los productores mediante sus tres cosechas anuales, pero el crecimiento ha sido muy pobre con tamaño pequeño debido a que la planta necesita fotoperíodo más largo para mayor crecimiento vegetativo de las mismas. Para definir la cantidad de luz adicional para la planta es necesario probar con luz artificial ya que es un cultivo fotosensible.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General

- Obtener mayor rendimiento foliar en condiciones de Zamorano.

1.2.2. Específicos

- Determinar el efecto que tiene sobre el rendimiento final la adición de luz artificial a las plántulas.
- Determinar la cantidad de horas luz necesaria para obtener mayor biomasa de la *Stevia* en Zamorano.
- Analizar los costos / beneficios o rentabilidad de los tratamientos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EFECTO DEL FOTOPERÍODO SOBRE LA FLORACIÓN

Los efectos del fotoperíodo en las plantas son habitualmente intensos. Las respuestas a la duración diaria de la luz de diversos fenómenos del crecimiento y desarrollo (germinación, estolonización, bulbación, elongación de tallos, floración, etc.) están ya claramente establecidas; sin embargo, estas respuestas son complejas y en la mayoría de los casos están asociadas a otros factores ambientales, como la temperatura, o propios de la planta, como su estado de desarrollo. Desde el punto de vista de la producción, en la mayoría de las plantas especialmente las familias de las compuestas la respuesta fotoperiódica más importante es la floración, ya sea para la obtención del producto como follaje o para la producción de las semillas de la especie (Cuello y Quiles, 2000)

En el experimento de Valio y Rocha, citado por Jordan (1984) concluyeron que la *Stevia* es una planta de días cortos con fotoperíodo crítico entre 13 y 14 horas. Según Kudo, citado por Jordan (1984) la floración con fotoperíodos de 11 horas ocurre a los 46.4 días después de la siembra; con fotoperíodos de 12.5 horas ocurre después de 92.6 días. El fotoperíodo también tiene influencia en el número de nudos, así como en 11 horas de fotoperíodo se tienen 13,3 nudos, con 14 horas se tienen 34 nudos de lo cual se deduce que cuanto mayor sea el fotoperíodo, más alta será la planta.

El fotoperíodo es frecuentemente manipulado artificialmente para mantener el estado vegetativo o inducir a la floración de las plantas. En las plantas fotoperiódicas, la duración ininterrumpida del período oscuro determina si el desarrollo de la planta es vegetativo o reproductivo (Escalante y Langille, 1998).

En algunos de los casos cuando los tratamientos de periodos de luz alteran la floración no significa que la influencia es básicamente fotoperiódica sino a la cantidad de luz aplicada. Las plantas sensitivas al fotoperíodo permite manipular la longitud del día retrasando la floración con aumento del período vegetativo permitiendo mayor desarrollo de las plantas con aumento en la producción debido al aumento en la asimilación del carbono (Goldman y Mitchell, 1999).

Cuello y Quiles (2000) determinaron que la longitud del día crítico para la iniciación floral es de 14.5 horas, basada en las horas de crepúsculo civil que son una hora más largos que el período de sol a sol. Por encima de este valor, las plantas quedan en estado vegetativo, es decir, se inhibe la formación de yemas florales.

Según Jordan (1984) la planta desarrolla mejor donde la estación de crecimiento es larga, donde la intensidad de luz es alta, temperaturas medias con riesgo mínimo a heladas y sin períodos largos de sequía. Los fotoperíodos largos aumentan la longitud de los entrenudos, área foliar, peso seco y acelera la aparición de hojas. La materia seca se reduce en la mitad en fotoperíodos de días cortos.

Existe correlación negativa entre el contenido de steviósido en hojas y el inicio de la floración, o sea una planta precoz para la floración tiene alto contenido de steviósido, pero no puede dar alta producción de hojas secas, lo que reduce el rendimiento total del edulcorante.

Viana, citado por Jordan (1984) encontró que días largos con fotoperíodos de 16 horas aumentaron significativamente el contenido de steviósido, siendo doble, 72 gramos por kilo de hoja seca comparado a 36 gramos por kilo en días cortos de 8 horas. Estudios en campo e invernadero realizado por Zaidan, citado por Jordan (1984) alega que la radiación total recibida es lo que más importa y no el fotoperíodo.

2.2 DURACIÓN DEL SOL EN HONDURAS Y PARAGUAY

En Honduras en el año tiene 12 horas con 27 minutos promedio de horas luz que no varia mucho dentro de éste, llegando a la máxima de 13 horas con 1 minuto y la mínima de 11 horas con 18 minutos. Mientras en Paraguay se tiene 12 horas con 23 minutos promedio de horas luz con un rango mucho más amplio comparado con lo de Honduras, siendo la máxima de 13 horas con 43 minutos y la mínima de 10 horas con 34 minutos (ver Anexo 1). Esta variación se debe a la ubicación geográfica de los dos países ya que Paraguay está en 25.3° latitud sur; mientras que Honduras esta en 14.1° latitud norte (Weatherunderground, 2002).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

El ensayo se realizó en el macrotúnel de producción de ornamentales de la Zamoempresas de Cultivos Intensivos (ZECI) de Zamorano, Honduras. El ensayo se realizó en el período comprendido entre 14 de marzo y 20 de mayo de 2002

Las semillas se obtuvieron del semillero de zona II. Estas fueron sembradas en bandejas en el macrotúnel de producción de plántulas, a los 15 días después de germinación fueron transplantadas en forma individual en maceteros de turba para recibir los tratamientos respectivos.

Se aplicó iluminación durante el período nocturno, de modo que ningún período oscuro sobrepasara las seis horas continuas, por esto se encendió desde 10:00 pm hasta 02:00 am (4 horas); mientras el que recibió dos horas se encendió desde 11:00 pm hasta 01:00 am. Las lámparas incandescentes se colocaron con reflectores en líneas ubicadas 0.80 m arriba de las plantas separadas entre sí 1 metro con 2 lámparas por tratamiento. Se emplearon focos con potencias de 150 vatios con una intensidad lumínica de 48 pies candela o aproximadamente 517 lux.

Se aplicó dos y cuatro horas de luz por noche y se bloqueó artificialmente cada tratamiento para determinar las diferencias entre ellos, para lo que se empleó cortinas de plástico negro. Se realizó tres tratamientos que incluyen los siguientes: cuatro horas luz, dos horas luz y testigo donde no se dio luz artificial. A estos se aplicó diseño de medidas repetidas en tiempo. Los análisis se realizaron con “*Statistical Analysis System*” versión 6.12 (SAS®, 1997). Se realizó Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de media con “Student – Newman – Keuls” (SNK) para identificar los mejores tratamientos. Los análisis de presupuestos parciales se hicieron con la metodología del CIMMYT (1988).

Los riegos se realizaron dos veces al día con goteros de tipo microtubo y las fertilizaciones tres veces a la semana con fertilizante triple 20, con una dosis de 198 Kg/ha, lo cual se realizó manualmente.

Los datos se recolectaron una vez a la semana tomando cuatro plantas de cada repetición con los siguientes parámetros: diámetro del tallo, número de hojas y altura de la planta.

3.2. PRODUCCIÓN EN EL CAMPO

Esta parte del ensayo se realizó en el semillero de zona II de la ZECI de Zamorano, Honduras. El período que se realizó el proyecto estuvo entre 20 de mayo y 10 de junio de 2002. Las plantas se obtuvieron del macrotúnel de producción de ornamentales con 2 meses de edad. El área plantada fue de 0.9 m² por tratamiento con una densidad de 20 plantas/m².

En el campo sólo se hicieron observaciones diarias para ver la evolución de las plantas y se cosechó cuando las plantas empezaron a formar botones florales para medir peso fresco y peso seco de las mismas.

Se suspendió el tratamiento con luz para ver el efecto en el campo sobre la inducción recibida en las plántulas haciendo un bloque completamente al azar (BCA). Los análisis se realizaron con “*Statistical Analysis System*” versión 6.12 (SAS[®], 1997). Se realizó Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de media con “Student – Newman – Keuls” (SNK) para identificar los mejores tratamientos. Los análisis de presupuestos parciales se hicieron con la metodología del CIMMYT (1988).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.1.1 Producción de Plántulas

La aplicación de luz no afecta el diámetro de la planta (Cuadro 1).

Para la variable altura hubo diferencias altamente significativas siendo 4 horas de luz el tratamiento de mayor altura con 35 % arriba del testigo. Aquí se demostró claramente que la cantidad de luz afecta significativamente al crecimiento de las plantas en cuanto a altura con entrenudos más largos ya que a mayor cantidad de luz mayor altura de plantas (Cuadro 1).

En cuanto al número de hojas el testigo obtuvo mayor número de hojas en promedio, pero no hubo diferencias significativas con aplicar 2 horas luz. Solamente entre 4 horas de luz y el testigo las diferencias fueron significativas estadísticamente con 30 % más de hojas que el tratamiento de 4 horas. La aplicación de luz tuvo efecto sobre el número de hojas, en este caso mostró un antagonismo entre la cantidad de luz y número de hojas. El testigo tuvo hojas pequeñas con tendencia a la floración temprana que se demostró en la segunda parte del ensayo (Cuadro 1).

Cuadro 1: Crecimiento vegetativo de plántulas de *Stevia* con diferentes horas luz a los 30 días de edad en Zamorano, Honduras, 2002.

Tratamiento	Diámetro (mm)	Altura (cm)	Número de Hojas
Testigo	7.27 a	10.48 b	25.13 a*
2 horas luz	7.33 a	11.38 b	21.35 ab
4 horas luz	7.23 a	14.17 a	19.35 b
Probabilidad	P=0.07	P<0.0001	P<0.0001
C.V.	9.78 %	14.33 %	21.66 %
Media	7.28	12.00	21.94
D. Estándar	0.71	1.72	4.75
R ²	0.93	0.97	0.92

*Tratamiento con la misma letra significa que no hay diferencias significativas. SNK (P<0.05).

4.1.2 Rendimiento comercial en el campo

La aplicación adicional de luz resultó en el aumento del rendimiento en forma significativa comparado con el testigo. Sin embargo, los tratamientos de luz no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre sí, pero el tratamiento de 2 horas de luz tuvo mayor rendimiento comercial sin llegar a ser significativo estadísticamente (Cuadro 2).

Esto se debió a que se cosechó todas las plantas del testigo a los 8 días después del transplante al campo ya que presentó criterio de cosecha (formación de botones florales); sin embargo los tratamientos de 4 horas luz y 2 horas luz se cosecharon a los 22 días después de transplante a campo. En promedio tuvo 20 % de rendimiento de peso seco, pero el testigo sólo obtuvo 11.5 % de rendimiento.

Cuadro 2: Rendimiento comercial del primer corte a los 8 y 22 días después de transplante de *Stevia* producidos con plántulas que recibieron diferentes horas luz en Zamorano, Honduras, 2002

Tratamiento	G		Kg/ha	
	Peso fresco	Peso seco	Peso fresco	Peso seco
Testigo	20.42 b	2.34 b	4,084 b	468 b*
2 horas luz	44.73 a	9.16 a	8,946 a	1,832 a
4 horas luz	37.81 a	7.39 a	7,562 a	1,478 a
Probabilidad	P<0.0001	P<0.0001		
C.V.	41.29 %	51.97 %		
Media	34.32	6.3		
D. Estándar	14.17	3.27		
R ²	0.43	0.51		

*Tratamiento con la misma letra significa que no hay diferencias significativas. SNK (P<0.05).

ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 3: Costo total de *Stevia* (L/ha) con diferentes horas de luz en Zamorano, Honduras, 2002

Descripción	Unidad	Cantidad	C. unitario	Sin Luz	2 horas	4 horas
Equipo				203	221	221
Alquiler de tierra *	Día	8	1.33	11		
Alquiler de tierra	Día	22	1.33		29	
Alquiler de tierra	Día	22	1.33			29
Manguera para riego	m	11,112	0.002	22	22	22
Mano de Obra				24,480	24,480	24,480
Transplante	h/hombre	1,333	12.24	16,320	16,320	16,320
Riego	h/hombre	667	12.24	8,160	8,160	8,160
Insumos				60,000	128,000	157,000
Plantas	c/u	100,000	0.60	60,000		
Plantas	c/u	100,000	1.28		128,000	
Plantas	c/u	100,000	1.57			157,000
Total de costos por hectárea				84,513	152,532	181,532

Tasa de cambio: L 16.5/\$

* El precio por hectárea de alquiler es de 4,300 lempiras al año.

La aplicación de hora luz adicional elevaron los costos de las plantas ya sea de 2 horas y de 4 horas; aunque los costos de las plantas que no recibió luz también fueron altos por las condiciones que se produjeron y el tiempo de espera que tuvieron antes de transplantar.

Cuadro 4. Análisis de sensibilidad para tres tratamientos de horas luz en *Stevia* en Zamorano, Honduras, 2002

Tratamiento	Rend. (Kg/ha)	C. Total (L/ha)	Ingreso bruto (L/ha*)			Beneficio neto (L/ha)		
			16.5	20.63	24.75	16.5	20.63	24.75
Sin luz	468	84,513	7,722	9,655	11,583	(76,791)	(74,858)	(72,930)
2 horas de luz	1,832	152,532	30,228	37,794	45,342	(122,304)	(114,738)	(107,190)
4 horas de luz	1,478	181,532	24,387	30,491	36,581	(157,145)	(151,041)	(144,952)

Tasa de cambio: L 16.5/\$

*Los precios usados corresponden al precio que se paga en Tegucigalpa dependiendo del contenido de steviósido total (12 a 18%) que va de 1.00 a 1.50 \$/Kg.

Con un precio promedio de 20.63 Lempiras por kilogramos de hoja seca con 14 % de humedad, ninguno de los tratamientos de luz obtuvieron rentabilidad positiva; esto se debió a que la primera cosecha de *Stevia* es generalmente la más baja por el tamaño de la planta sin macollar que esto aumenta con la cantidad de cosecha hasta llegar a un pico al tercer y cuarto año de producción para volver a recaer.

5. CONCLUSIONES

- El mejor rendimiento de materia fresca y seca lo obtuvieron las plantas que recibieron 2 horas de luz artificial
- El tiempo a cosecha después de transplante fue mayor para los tratamientos que recibieron 2 y 4 horas de luz artificial.
- Ninguno de los tratamientos fue viable económicamente por sus altos costos de las plántulas, especialmente los que se obtuvieron de las horas luz artificial.

6. RECOMENDACIONES

- Seguir los estudios sobre la aplicación de horas luz artificial en el campo para ver la rentabilidad de las mismas.
- Hacer análisis de laboratorio para ver el contenido de steviósido con la adición de la hora luz.
- Cosechar más de una vez en el campo para ver efecto sucesivo de la aplicación de horas luz aplicada en las plántulas.
- Hacer las pruebas en el campo con varias horas luz para el efecto sobre el crecimiento y rentabilidad.

7. BIBLIOGRAFÍA

- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Ed. Rev. México D. F., México: CIMMYT. 79 p.
- Cuello, J.; Quiles, J. 2000. Longitud del día e Iluminación (en línea). México. Consultado 24 oct. 2001. Disponible en: <http://www.infoagro.com>
- Delvalle, W. 2001. Propagación *in vitro* de *Stevia rebaudiana* B. a partir de segmentos nodales. Tesis Lic. Ing. Agr. Zamorano, Honduras. 44 p.
- Escalante, B.; Langille, A. 1998. Photoperiod, Temperature, Gibberellin, and an Anti-gibberellin Affect Tuberization of Potato Stem Segments *in vitro*. HortScience 33 (4):701-703.
- Goldman, R.; Mitchell, C. 1999. Transfer from Long to Short Photoperiods Affects Production Efficiency of Day-neutral Rice. HortScience 34 (5): 875-877.
- Jordan, F. 1984. El Ka'a He'ë (*Stevia rebaudiana* B.). Análisis Bibliográfico y Anotaciones Hortícolas. USAID – CREDICOOP. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Asunción, Paraguay. 75 p.
- Molinas, A. 1989. Fortuna Stevia del Paraguay S.R.L.: Promoción, Cultivo, Industrilización y Comercialización de la *Stevia rebaudiana* B.(Ka'a He'ë). Asunción, Paraguay. 24 p.
- SAS[®] Institute Inc. 1997. SAS/STAT[®] Software: Changes and Enhancements through Release 6.12, Cary, N.C: SAS[®] Institute Inc. 1167 p.
- The Weather Underground, Inc. 2002. Pronóstico del Tiempo (en línea). Consultado 17 ago. 2002. Disponible en <http://www.canaltiempo21.com/>
- Zanón, A.C. 2001. Informe Agronómico sobre el Cultivo de *Stevia rebaudiana* (en línea). Buenos Aires. Consultado 4 de mar. 2002. Disponible en : <http://www.agrovision.com.ar/39/39-27.htm>

8. ANEXOS