

Productividad y calidad de variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora

Raúl Leonel Grijalva Contreras¹
Rubén Macías Duarte²
Fabián Robles Contreras³

RESUMEN

La producción de hortalizas en México bajo condiciones de invernadero se ha incrementado notablemente durante los últimos años. El chile bell pepper ocupa una superficie de 171.4 ha con un rendimiento de 70.8 t ha⁻¹. Los objetivos del trabajo fueron conocer el potencial de rendimiento y calidad de variedades de chile bell pepper en dos densidades de plantación bajo condiciones de invernadero. La investigación se realizó en INIFAP en el Sitio Experimental Caborca, Sonora, durante el ciclo 2004-2005. Se evaluaron cuatro variedades de chile bell pepper (Triple Star, Boosy, Edison y Parker) y dos densidades de plantación (2.50 plantas m⁻² con dos tallos por planta (D1) y 1.89 plantas m⁻² con cuatro tallos por planta (D2). El trasplante se realizó el 4 de noviembre de 2004. El primer corte se realizó el 4 de febrero y el último el 21 de junio. No se presentaron diferencias estadísticas entre las variedades, densidades ni

en su interacción en cuanto a rendimiento y peso de fruto. El rendimiento entre las variedades osciló entre 9.2 y 10.5 kg m⁻² y para el tratamiento D1 fue de 9.3 kg m⁻² y para el D2 fue 10.6 kg m⁻². El peso de fruto varió de 129 a 138 g entre las variedades y en D1 y D2 fue de 126 y 138 g, respectivamente. La altura de planta no fue afectada y solo el diámetro del tronco presentó diferencias entre las densidades.

Palabras clave: Invernadero, bell pepper, variedades, densidades, rendimiento, calidad.

ABSTRACT

Vegetable production under greenhouse conditions in Mexico has increased notably during the last years; in this case, Bell Pepper occupies a surface of 171.4 ha with a yield of 70.8 t ha⁻¹. The objectives of this trial were to know the potential yield and fruit quality of Bell Pepper varieties and two

¹ Maestro en Ciencias. Investigador en producción de hortalizas bajo ambiente controlado en el Campo Experimental de Caborca. INIFAP. Correo electrónico: grijalva.raul@inifap.gob.mx

² Maestro en Ciencias. Investigador en producción de hortalizas en el Campo Experimental de Caborca. INIFAP. Correo electrónico: macias.ruben@inifap.gob.mx

³ Maestro en Ciencias. Investigador del proyecto de agroclimatología en el Campo Experimental de Caborca. INIFAP. Correo electrónico: robles.fabian@inifap.gob.mx

planting densities under greenhouse conditions. This research was carried out in the Experimental Station Caborca, Sonora (INIFAP) during 2004 and 2005 years. Four Bell Pepper varieties (Triple Star, Boosy, Edison and Parker) and two planting densities (2.50 plants m^{-2} with two stems per plant (D1) and 1.89 plants m^{-2} with four stems per plant (D2) were evaluated. The transplant was made on November 4, 2004. The first cutting was made on February 4 and the last on June 21. No statistical differences among varieties, densities neither in their interaction in the yield and fruit weight were observed. The yield among Bell Pepper varieties varied between 9.2 and 10.5 $kg\ m^{-2}$ and for the D1 treatment was of 9.3 $kg\ m^{-2}$ and D2 treatment obtained 10.6 $kg\ m^{-2}$. Fruit weight varied from 129 to 138 g among varieties, D1 and D2 treatments were of 126 and 138 g, respectively. Plant height was not affected and only the stem diameter presented differences between densities.

Key words: Greenhouse, bell pepper, densities, varieties, yield, quality.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, a causa de la gran competencia por el mercado de exportación debido a las exigencias de calidad de los productos hortícolas y la acentuada disminución del agua de riego en el noroeste de México, el uso de invernaderos es una opción que ha tomado fuerza. Esta forma de producción responde a las nuevas exigencias y permite al horticultor producir con más consistencia, mejor calidad, mayor rendimiento unitario, un período más amplio de cosecha y sobre todo mayor eficiencia económica en el uso del agua. La implementación de la producción hortícola en

invernadero disminuye el riesgo de la producción, aumenta la rentabilidad del sector productivo; además, genera fuente de empleo, disminuye la contaminación ambiental y daños a la salud (Grijalva y Robles, 2003). La horticultura protegida mexicana se ha desarrollado en condiciones muy heterogéneas, con costosos invernaderos de vidrios, de muy alta tecnología y altos costos de inversión, donde la estructura e instalación llegan hasta 130 dólares m^{-2} , existiendo instalaciones muy económicas, como los denominados bioespacios o casas sombras, con costo de 4 a 6 dólares m^{-2} (Bustamante, 2003).

La superficie de invernaderos en México durante el 2005, incluidas las casa sombra se estimó en alrededor de 3,500 ha, con una tasa de incremento anual sostenida de alrededor del 20% (Castellanos, 2006).

El cultivo del chile bell pepper a nivel nacional ocupa una superficie de 5,843 ha con un rendimiento promedio de 46.4 $ton\ ha^{-1}$ y un valor de la producción de alrededor de 859 millones de pesos. Bajo condiciones de invernadero esta hortaliza ocupa una superficie de 171.4 ha y un rendimiento medio de 70.8 $ton\ ha^{-1}$ (SIAP, 2006).

La densidad de plantación en chile bell pepper bajo invernadero depende del porte de la planta y el tipo de poda. En general se recomienda una densidad de 2.0 plantas m^{-2} para las variedades de crecimiento vigoroso y 2.5 a 3.0 plantas m^{-2} para variedades de vigor intermedio y bajo (Del Castillo y col., 2004).

Jovicich y col., (2004) compararon dos sistemas de poda y cuatro densidades de plantación en bell

pepper y observaron que el sistema de poda a dos tallos 'Trellis' no afectó el rendimiento comercial de frutos pero la producción de frutos extralargos fue mayor (38%) en las plantas que no fueron podadas. Ellos también observaron una respuesta lineal positiva en el incremento del rendimiento en respuesta a la densidad de plantas.

En un ensayo de 36 variedades de chile bell pepper, donde se incluyeron varios colores de fruto, se obtuvo que el rendimiento osciló entre 6.9 a 11.3 kg m⁻². En los frutos rojos sobresalió la variedad Amos con 11.3 kg m⁻², en los amarillos Pekín con 10.7 kg m⁻², en los naranja Paramo con 9.6 kg m⁻² y Mavras en los frutos de color púrpura con 9.1 kg m⁻². El peso individual del fruto en todas las variedades varió entre 161 a 231 g y fue mayor en los frutos de color rojo (Shaw y Cantliffe, 2002).

Previas investigaciones sobre variedades de chile bell pepper realizadas en la Costa de Hermosillo bajo condiciones de invernadero, mostraron que las mejores variedades en productividad fueron Parker, Puma Marvello y FAR-7114 con 6.0, 5.2, 5.2 y 4.9 kg m⁻², respectivamente. En tanto, bajo condiciones de casa sombra, las más rendidoras fueron Triple-4, Mega y Niebla con 3.5, 3.3 y 3.2 kg m⁻², respectivamente. El número de cortes en invernadero fue de 11 y de nueve en la casa sombra (Chávez, 2003). Por otra parte, en la región de Caborca, Sonora, en una evaluación de tres varie-

dades de chile bell bajo condiciones de invernadero se logró producir entre 4.2 y 4.7 kg m⁻², siendo Parker la que logró el mayor rendimiento. El periodo de producción en dicho experimento comprendió del mes de febrero a mayo, tiempo en el cual se realizaron 12 cortes (Grijalva, 2004).

En otro experimento se evaluaron nueve variedades, las más rendidoras fueron Laroles, Asaia, Far-114 y Cupid con 6.6, 6.3, 6.3 y 5.7 kg m⁻². Las variedades Far-114 y Asaia presentaron el mayor peso del fruto con 272 y 269 g. El periodo de producción comprendió del 3 de marzo al 11 de mayo y se hicieron seis cortes (Grijalva y col., 2006).

En la producción de chile bell bajo invernadero existe la necesidad de evaluar variedades y de conocer la mejor densidad de plantación con el fin de lograr la mayor productividad, por tal caso los objetivos del presente trabajo fueron conocer el potencial de producción y calidad del fruto en diferentes variedades de chile bell y la mejor densidad de plantación bajo condiciones

de invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante ciclo 2004-2005 en el invernadero del Campo Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias en Caborca, Sonora, México, ubicado en el km 22 de la carre-

*Aunque la productividad
lograda en el presente
trabajo es adecuada
para el grado de tecnología
del invernadero, es posible
incrementarla realizando
el transplante un mes antes
y con ello lograr adelantar
el primer corte y
posiblemente prolongar
el periodo de producción.*

tera Caborca-Desemboque, cuyas coordenadas son las siguientes: 30°42'55" Latitud Norte, 112°21'28" Longitud Oeste, 30°42'55" y una altitud de 200 m sobre el nivel del mar. La evaporación promedio registrada oscila de 2400 a 2700 mm. Temperatura media anual de 22.0°C, siendo enero el mes más frío con una media de 4.6°C y julio el mes con mayor temperatura con media de 40.2°C (INIFAP, 1985).

El invernadero tiene una superficie de 1 440 m² con cubierta de plástico de un espesor de 8 mils, con ventanas laterales operadas manualmente y ventanas zenitales automáticas que abren o cierran a una temperatura de 30°C y sin equipo de calefacción. La planta se transplantó en el propio suelo de textura franco-arenosa, conductividad eléctrica de 1.22 dS m⁻¹ y pH de 7.96.

La descripción de las variedades y los tratamientos evaluados se presentan en las Tablas I y II. Respecto al manejo agronómico del cultivo, la siembra se realizó el 28 de agosto en charolas de poliestireno de 120 cavidades y posteriormente se transplantaron el 4 de noviembre del 2004 cuando las plántulas presentaban de 4 a 5 hojas verdaderas y una altura de 25 cm. Se utilizaron camas de 1.60 m, acolchadas con plástico bicolor (blanco-negro). El riego se aplicó diariamente con un gasto de 5 a 10 L m⁻² dependiendo de la etapa fenológica del cultivo, estimándose una lámina de riego durante el ciclo de 134 cm. La fertilización se aplicó a través del riego cada dos días y fue de 442 unidades de nitrógeno, 271 de fósforo, 576 de potasio, 71 de calcio y 28 de magnesio, además se realizaron nueve aplicaciones foliares de quelatos de fierro, zinc y magnesio, a las cuales se le agregó los nutrientes vegetales bayfolan y maxi grow

cada 20 a 30 días. Para el mejoramiento del suelo se hicieron dos aplicaciones de humus 90 (ácido húmico 47.4%, ácido fúlvico 42.6% y potasio 9%) en dosis de 2.0 kg ha⁻¹. Para el control de mosquita blanca (*Bemisia sp*) se realizaron dos aplicaciones al suelo y tres al follaje de thiamethoxan (62.5 g ha⁻¹). Para el control de gusano soldado (*Spodoptera exigua*) se realizaron cuatro aspersiones de bactospeine (*Bacillus thuringiensis*) (4.03 g/100 L agua). Finalmente, para minador de la hoja (*Liriomyza spp*) se realizaron dos aplicaciones de abamectina (0.9 ml/100 L de agua). Aunque no se presentaron enfermedades, se realizaron dos aplicaciones preventivas de oxiclورو de cobre (1.0 kg ha⁻¹) y tres de oxitetraciclina (18.2 g/100 L de agua).

Tabla I. Variedades de chile bell pepper evaluadas bajo condiciones de invernadero. INIFAP. Sitio Experimental Caborca.

Variedad	Empresa	Color
Triple Star	Enza Zaden	Rojo
Boosy	Enza Zaden	Amarillo
Edison	Enza Zaden	Rojo
Parker	De Ruiter	Rojo

Tabla II. Descripción de los tratamientos de densidad de chile bell pepper evaluadas bajo condiciones de invernadero. INIFAP. Sitio Experimental Caborca.

Tratamiento	Arreglo de plantación	Plantas m ⁻²	Brazos m ⁻²
D1	Dos hileras en tresbolillo y cada planta a 50 cm	2.50	5.0
D2	Una hilera y cada planta a 33 cm	1.89	7.6

Las variables que se midieron fueron dinámica de producción, rendimiento, peso de fruto, altura de planta y diámetro de tallo. La parcela experimental fue de 4.20 m². Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones. Las medias fueron analizadas por la prueba de DMS al 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Dinámica de producción

No se observaron diferencias en el inicio de la cosecha entre variedades y densidades. El primer corte se realizó a los 92 días después del trasplante. El periodo de producción comprendió del 4 de febrero al 21 de junio (137 días) y se realizaron 13 cortes. En la Figura I se tiene el rendimiento mensual promedio de las cuatro variedades y las dos densidades apreciándose que en los meses de mayo y junio fue donde se obtuvieron los mayores rendimientos con 3.2 y 2.4 kg m⁻², lo que representa el 55% de la producción total.

Tabla III. Rendimiento de fruto en variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero. INIFAP. Sitio Experimental Caborca

Variedad	Rendimiento (kg m ⁻²)		
	D1	D2	Media
Triple Star	8.9	12.1	10.5 a ^z
Boosy	10.6	9.9	10.3 a
Edison	8.3	11.4	9.9 a
Parker	9.4	8.9	9.2 a
Media	9.3 a	10.6 a	

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S. 5%).

El periodo y dinámica de producción, al igual que el número de cortes coincide a lo encontrado en previas investigaciones por Grijalva (2004), aunque el obtuvo un menor rendimiento entre los meses.

b) Rendimiento

Igualmente, el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre las variedades, densidades ni en su interacción. El rendimiento obtenido en las variedades, considerando ambas densidades, varió entre 9.2 y 10.5 kg m⁻². Mientras que con el tratamiento D1 (2.50 plantas m⁻² y dos brazos por planta) se obtuvo un rendimiento de 9.3 kg m⁻² en el tratamiento D2 (1.89 plantas m⁻² y cuatro brazos por planta) se obtuvo 10.6 kg m⁻² (Tabla III). El rendimiento obtenido en las variedades evaluadas en este experimento fue superior a lo logrado en trabajos previos en la Costa de Hermosillo (Chávez, 2003) y en la región de Caborca, Sonora (Grijalva, 2004 y Grijalva y col., 2006) y similares a los reportados por (Shaw y Cantliffe, 2002). Por otro lado, tampoco hubo respuesta en el sistema de entrenamiento dejando dos y cuatro brazos por planta, lo que concuerda con Jovicich y col., (2004) cuando compararon la poda a dos tallos y la no poda, obteniendo además una respuesta positiva en el rendimiento al incrementar la densidad de plantación. Aunque la productividad lograda en el presente trabajo es adecuada para el grado de tecnología del invernadero, es posible incrementarla realizando el trasplante un mes antes y con ello lograr adelantar el primer corte y posiblemente prolongar el periodo de producción.

c) Peso del fruto

En cuanto al peso de fruto, no hubo diferencias estadísticas entre las variedades, densidades, ni en

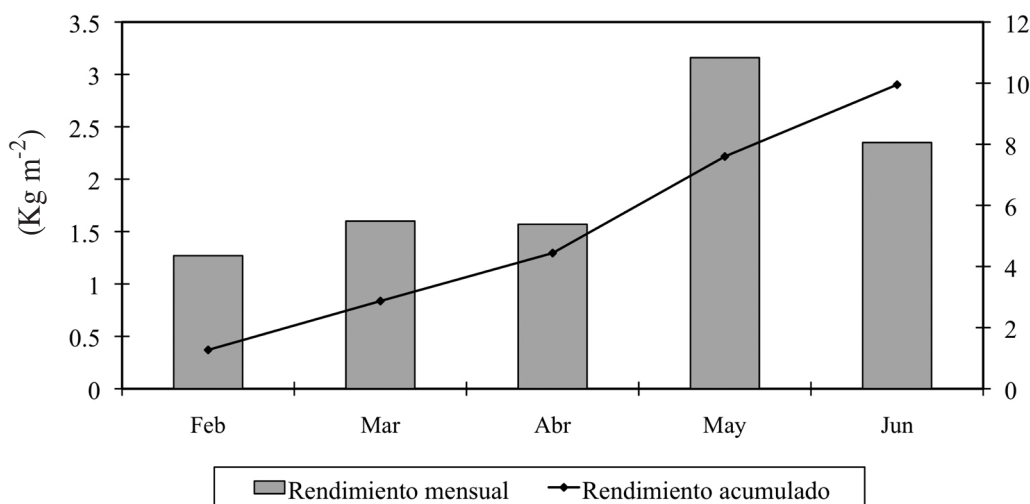


Figura 1. Rendimiento mensual y acumulado en chile bell pepper bajo condiciones de invernadero. INIFAP. Sitio Experimental Caborca.

la interacción de ambos factores. El peso de fruto entre las variedades varió de 129 a 138 g. En el tratamiento D1 el peso del fruto fue de 126 g y para D2 fue de 138 g (Tabla IV). El peso del fruto obtenido en el presente trabajo es inferior a lo reportado por Shaw y Cantliffe (2002), esto debido a que en los meses de mayo y junio donde se lograron los mayores rendimientos se redujo notablemente el peso de fruto, a tal grado que en esos dos meses el peso descendió hasta 119 g, en comparación con los meses de febrero y marzo donde se obtuvo un peso medio de 169 g. (Figura II). Una explicación a la disminución del peso del fruto en los meses de mayo y junio es debido a una competencia entre mayor cantidad de frutos, la cual podría disminuirse incrementando la intensidad del raleo; además de la presencia de altas temperaturas dentro del invernadero, las cuales provocaron un adelanto en la maduración de los frutos.

Tabla IV. Peso de fruto en variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero. INIFAP. Sitio Experimental Caborca.

Variedad	Peso del fruto (g)		
	D1	D2	Media
Triple Star	124	134	129 ^z
Boosy	125	138	132 a
Edison	133	142	138 a
Parker	122	137	130 a
Media	126 a	138 a	

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S. 5%).

d) Vigor de la planta

Similarmente al peso de fruto, la altura de planta no presentó diferencias significativas entre las variedades, densidades de plantación, ni en la interacción variedad por densidad. Entre variedades,

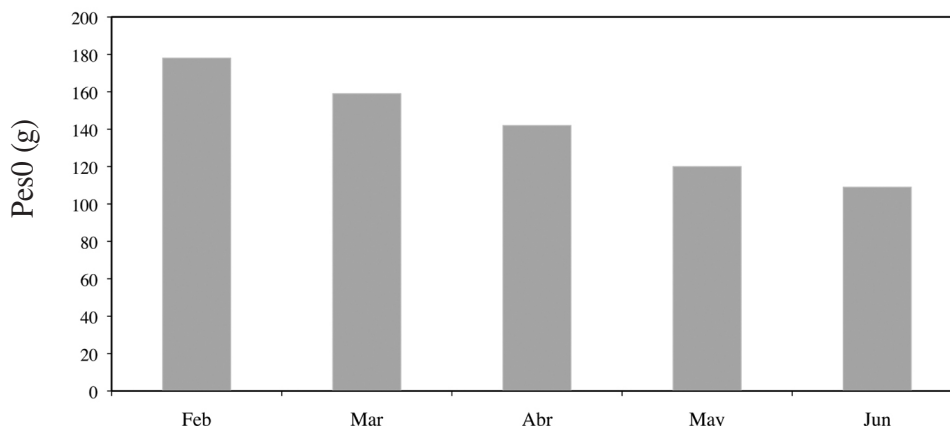


Figura 2. Dinámica mensual del peso del fruto de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero. INIFAP. Sitio Experimental Caborca.

la altura osciló entre 103 y 136 cm. En el tratamiento D1, las plantas alcanzaron una altura de 113 cm mientras en D2 la altura fue de 119 cm (Tabla V). En lo que respecta al diámetro de tallo, hubo diferencias significativas solamente en las densidades de plantación, siendo el tratamiento D2 el de mayor diámetro de tallo con 2.30 cm; en tanto, que en el tratamiento D1 fue de 2.06 cm. Entre variedades estos valores variaron entre 2.03 y 2.28 cm (Tabla VI).

Tabla V. Altura de planta de variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero. INIFAP. Sitio Experimental Caborca.

Variedad	Altura de la planta (cm)		
	D1	D2	Media
Triple Star	108	107	108 a ^z
Boosy	97	110	103 a
Edison	112	125	119 a
Parker	136	136	136 a
Media	113 a	119 a	

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S. 5%).

Tabla VI. Diámetro del tallo en variedades y densidades de chile bell pepper bajo condiciones de invernadero. INIFAP. Sitio Experimental Caborca.

Variedad	Diámetro del tallo (cm)		
	D1	D2	Media
Triple Star	2.09	2.46	2.28 a ^z
Boosy	1.89	2.17	2.03 a
Edison	2.13	2.39	2.26 a
Parker	2.15	2.17	2.16 a
Media	2.06 a	2.30 b	

^z Medias con la misma letra son estadísticamente iguales (D.M.S. 5%).

CONCLUSIONES

Bajo un invernadero con nivel de tecnología medio y sin calefacción en esta región, es posible alcanzar un rendimiento en chile bell pepper de alrededor de 10.0 kg m⁻² con un periodo de producción de febrero a junio.

El rendimiento y peso del fruto no presentaron diferencias entre las variedades, densidades de plantación, tampoco en la interacción de ambos factores.

En los parámetros de vigor, solamente el diámetro del tallo mostró diferencia entre las densidades.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Fundación Produce Sonora A. C. por su apoyo económico para la realización de este proyecto y a los señores Javier González de la Riva y Bernabé Zavala Aragón por su valiosa y esmerada ayuda en la conducción de este experimento.

REFERENCIAS

- Bustamante, O.J. 2003. Bioespacios y la modificación microclimática alternativa de control del "chino" en jitomate y otras hortalizas. En: Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero. J. Z. Castellanos y J.J. Muñoz (Eds.). Celaya, Guanajuato, México. p. 235-245.
- Castellanos, R.J.Z. 2006. Los diferentes tipos de sustratos y su manejo. Diplomado Internacional en Horticultura Protegida. Módulo 4. Cd. Obregón, Sonora, México. 10p.
- Chávez, C.M. 2003. Avances en la Producción de Hortalizas en Invernadero y Casa Sombra. Memoria Técnica No.11. INIFAP-CIRNO-CECAB. Caborca, Sonora, México. pp 14-18.
- Del Castillo, J.A., Amaya U., Sadaba S., Aguado G. y De Galdeano S.J. 2004. Guía del cultivo del pimiento en invernadero. Instituto Técnico y de Gestión Agrícola. 14p.
- Grijalva, C.R.L. y Robles, C.F. 2003. Avances en la Producción de Hortalizas en Invernaderos. Publicación Técnica No.7. INIFAP-CIRNO-CECAB. Caborca, Sonora, México. pp 21-25.
- Grijalva, C.R.L. 2004. Evaluación de variedades de chile bell bajo condiciones de invernadero en la región de Caborca, Sonora. Reporte Técnico (Inédito). INIFAP-CIRNO-CECAB.
- Grijalva, C.R.L., Macías D.R., Robles C.F. and Valenzuela R. M.J. 2006. Productivity and Fruit Quality of Bell Pepper under Greenhouse Conditions in Northwest Mexico. HortScience 41:1075.
- INIFAP. 1985. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Experimental de la Región de Caborca, Sonora, México, p.10.
- Jovicich, E., Cantliffe D.J. and Stoffella P.J. 2004. Fruit yield and quality of greenhouse grown bell pepper as influenced by density, container and trellis system. HortTechnology 14:507-513.
- Shaw, N.L. and Cantliffe D.J. 2002. Brightly colored pepper cultivars for greenhouse production in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 115:236-241.
- SIAP. 2006. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). México. <http://www.siap.gob.mx>