EXPLORACIÓN DE LA DIVERSIDAD DEL ESPELÓN (*Vigna unguiculata* L. Walp.) COMO COBERTERA EN YUCATÁN MEXICO

José B. Castillo Caamal[1]
Juan José Jiménez Osornio[2]
Iván R. Armendáriz Yañez[2]

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el cultivo de espelón (*Vigna unguiculata* L. Walp.) como cobertera asociado al maíz se realizaron dos trabajos. El primero consistió en una prueba de adaptación de 65 variedades en monocultivo, se evaluó el desarrollo de cobertura, rendimiento de grano y se caracterizó la fenología. El segundo evaluó el efecto de la siembra intercalada de las variedades UCR4240, UCR1331, UCR779 y Habana 82 en el rendimiento de grano de maíz. Se presentó una amplia respuesta al fotoperiodo, la variedad más precoz fue INIFAT 93 que floreó a 33 días después de la siembra (DDS), la más tardía fue UCR3703 que floreó a 135 DDS; este rango del momento de la floración permitió agruparlas en variedades neutrales, intermedias y tardías. Algunas variedades tardías alcanzaron una cobertura rápida y la mantuvieron completa hasta 144 DDS. La UCR3541, UCR3537, Habana 82, UCR4240, UCR779, UCR1331, UCR2615 e IT89KD-288 rindieron de 100 a 200 g de grano m^{-2}. La UCR779 sembrada con maíz tuvo una cobertura mayor ($P<0.05$) que la UCR4240, Habana 82 y UCR1331 a 60 DDS; no obstante, a 90 DDS éstas tres fueron superiores ($P<0.001$) a la Habana 82. La altura de la planta de maíz fue similar ($P>0.05$) con cualquiera variedad de espelón. El maíz rindió de 2088 a 2516 kg ha^{-1}de grano.

ABSTRACT

In order to evaluate the potential of cowpea as cover crop was carried: 1) one trial to screening 65 varieties on their cover ground, grain yield and phenology, 2) one experiment which varieties UCR4240, UCR1331, UCR779 and Habana 82 cowpea was intercropping with maize. Flowering became apparent from 33 up to 135 DAS. From this range, three groups were formed according to their photoperiodic response: from 33 to 45, from 46 to 55, and from 56 DAS onwards. The early flowering Habana 82, and the late flowering UCR4240, IT89KD-288 and UCR779 performed remarkably well since their cover was quickly attained at 76 and 90 DAS, and their grain yields were well above 120 g DM m^{-2}, a figure 4-fold the largest reported for the genus worldwide. For other hand, at the intercropping UCR779 had the highest cover 60 DAS, as opposed to UCR4240, UCR1331 and Habana 82. Cover of UCR4240, UCR1331 y UCR779 at 90 DAS were all similar, but larger than that of Habana 82. Regardless of the variety, cover of xpelon intercropped with maize was lowest. Maize plant height was not affected by xpelon varieties both at 60 and 90 DAS. The four varieties of xpelon sown simultaneously with maize had no significant effect on neither maize grain yield, whose range was 2088-2516 kg DM ha^{-1}, nor on the yield components of maize.

INTRODUCCION

El incremento de las arvenses (Caamal *et al*., 2001) y la disminución de la fertilidad del suelo (Mariaca, 1992, Weisbach *et al*., 2002) son dos fenómenos que ocurren a partir del segundo año consecutivo de cultivo en la agricultura de roza, tumba y quema o milpa en Yucatán,

[1] Universidad Autónoma Chapingo-Centro Regional Universitario Península de Yucatán
[2] Universidad Autónoma de Yucatán

México. Asimismo, se reduce el rendimiento de grano de maíz, de 1,500 kg ha^{-1} a 750 kg ha^{-1} entre el primero y segundo ciclo de cultivo. Este fenómeno se agrava al disminuir el periodo de barbecho (Juo y Manu, 1996).

Ante esta baja productividad se han introducidos los agroquímicos en la milpa (Kú, 1992); y variedades de maíz de alto rendimiento para áreas mecanizadas del estado de Yucatán (Aguilar y Castillo, 1985). También se han propuesto los cultivos de coberteras; aunque basados en pocas especies, en especial el frijol terciopelo (*Mucuna sp*)., contrario a los sistemas de producción de maíz de los campesinos de la región sureste de México que se caracterizan por el manejo de una amplia agrodiversidad (Arteaga *et al*., 1997). Las coberteras deberán de considerar atributos relacionados a su consumo o que puedan generar ingresos para lograr su adopción en los sistemas de producción (McDonagh y Hillyer, 2003).

El espelón (*Vigna unguiculata* L. Walp.), es un excelente candidato como cobertera, pues se adapta en ambientes extremos, con humedad desde 283 mm (Hall *et al*., 1996). Tolera suelos infértiles por su tasa alta de fijación de nitrógeno y por una simbiosis efectiva de sus raíces con hongos micorrizógenos del suelo, lo que mejora su consumo de nutrimentos (Kwapata y Hall, 1985).

El espelón se cultiva para grano seco, ejote, vainas y hojas comestibles, heno o forraje y cobertera en cultivos perennes o anuales (Hall y Frate, 1996). El rendimiento de grano es igual o menor a 300 kg ha^{-1} (Rachie, 1985; Ehlers y Hall, 1997). No obstante, al controlar en forma oportuna las plagas o enfermedades, es posible obtener desde 1,000 kg ha^{-1} con 200 mm de precipitación, hasta 7,000 kg ha^{-1} de grano bajo irrigación (Hall *et al*. 1997; Sanden, 1993). Dicho grano es de buena calidad nutricia y es usada en la alimentación humana (Bressani, 1985; Nielsen *et al*., 1993).

En la Península de Yucatán el espelón se cultiva en la milpa, con base a roza, tumba y quema, para obtener grano orientado en la dieta humana (Pérez, 1945; Hernández, 1959; Terán *et al*., 1998). Contrario a los sistemas de coberteras, donde se busca la producción de suficiente cantidad de biomasa para el proceso de reciclaje de los nutrimentos que sostiene estos sistemas, en estas circunstancias la leguminosa debe ser tolerante a la sombra ligera, a plagas y enfermedades; además, producir grano para consumo humano o alimentación animal (Buckles y Triomphe, 1999, QI *et al*., 1996).

Sin embargo, en el trópico subhúmedo, es imposible el desarrollo de sistemas de coberteras con base a la rotación de la leguminosa y el cereal en el mismo año, por lo corto del periodo lluvioso. Por ello, es necesaria la selección de leguminosas tolerantes a la sequía y evaluarlas en sistemas imbricados con cereales bajo un enfoque de coberteras (Carsky *et al*., 1998). En este sentido, el espelón juega un papel muy importante, además se promueve la evaluación de una colección de cerca de 1,000 variedades para producción de grano, forraje y coberteras, entre otros usos (Ehlers y Hall, 1997).

Por lo tanto, este trabajo exploró el potencial a través de la evaluación del desarrollo de cobertura, fenología y producción de grano de 65 variedades del espelón (*Vigna unguiculata* Walp.); se evaluó también el efecto de cuatro variedades de este cultivo en el rendimiento de grano del maíz.

MATERIALES Y METODOS

Prueba de adaptación de 65 variedades de espelón.
El trabajo se llevó a cabo en el Noroeste del estado de Yucatán, México. El clima del área es AW_0 (i') gw" de los más secos (991 mm/año) en esta categoría, presenta canícula o sequía a medio verano, temperatura media mayor de 26 ºC y poca fluctuación, de 5 y 7 ºC (Balam *et al*., 1999). La composición geológica del suelo se caracteriza por una extensa y sólida masa calcárea, con tres tipos de rocas: coraza calcárea exterior, calizas blandas y arenales. El paisaje presenta un microrelieve, con predominio de Leptsol mólico o Hay-lu'um en las partes bajas; aunque, es común encontrar Cambisoles o Luvisoles que poseen mayor profundidad. En los lomeríos predominan Leptosoles líticos o Box-lu'um, cuyos contenidos de materia orgánica, calcio intercambiable, fósforo, CaO y calcita son mayores (Bautista *et al*., 2005).

Procedencia del germoplasma. Los materiales evaluados procedieron de la Universidad de California Riverside, Universidad de Cienfuegos de Cuba, Instituto de Ciencia Animal de la Habana y dos variedades de la región. Del banco de Germoplasma de la Universidad de California fueron cincuenta y cinco variedades: IT93K-573-3, UCR34, UCR3533, UCR472, UCR315, UCR131, UCR3344, IT93K-453, UCR3156, UCR3536, Arkansas Blackeye-1, UCR4135, Bambey 21, UCR3540, UCR3543, Melakh, IT92K-370, UCR3268, UCR397, Kiawah, IT93K-1140, UCR21, UCR3542, UCR128, Early Scarlet, UCR3537, UCR278, UCR3347, UCR3538, CB5, IT93K-273-2-1, IT93K-425-1, UCR3541, UCR3639, UCR3534, UCR2585, N'diambour, UCR3029, UCR2781, UCR4317, UCR836, UCR779, UCR2615, UCR3360, UCR279, UCR3572, UCR4240, UCR1331, UCR1258, IT93K-503-1, UCR4609, UCR2733, IT89KD-288, UCR3703 y UCR1099. De la Universidad de Cienfuegos de Cuba fueron: T101, F110, Cubanita 666, Incarita Roja, INIFAT 94, Camagüey 94 y del Instituto de Ciencia Animal de la Habana fueron: Habana 82, INIFAT 93 y Trópico 782. Las variedades locales fueron el Tsuk-xpelon y Nuc-xpelon colectados en la comisaría de Xmatkuil municipio de la ciudad de Mérida y en la comisaría de Sahcabá del municipio de Hocabá, en el estado de Yucatán, México.

Se usó una metodología desarrollada en la Universidad de California Riverside para la evaluación inicial este género de acuerdo a las recomendaciones del Dr. Anthony Hall (Comunicación personal) y (Ehlers y Hall, 1998). La unidad experimental consistió de hileras simples de cultivo y sin repeticiones. Las variedades de hábito de crecimiento postrado y maduración tardía fueron sembradas en hileras de 5.0 m de longitud, 2.0 m entre hileras y 1.0 m entre plantas. Las de hábito de crecimiento erecto y maduración precoz e intermedia, en hileras de 5.0 m, a 1.0 m entre hileras y 0.5 m dentro de hileras. El terreno fue preparado bajo roza, tumba y quema; desde el segundo año se evitó la quema de residuos de la cosecha. El área experimental fue cercada con una malla para prevenir daños de la fauna silvestre.

Cobertura. El criterio de registro de la floración fue con base al conteo del número de plantas que tengan al menos una flor abierta, el registro concluyó cuando el 50 % de las plantas tuvieron al menos una flor abierta. El horario de las observaciones fue de 8:00 a 10:00 A. M.

Floración. La floración se registró diariamente a partir del 14 de julio del año 2000, el criterio fue registrar en cada hilera de cultivo las plantas que presentaran al menos una flor abierta. El

registro al momento que 50 % de las plantas presentaran la floración. El horario de las observaciones fue de 8:00 a 10:00 A. M.

Producción de grano y componentes de rendimiento. La cosecha fue manual y al momento de la maduración de las vainas, después de la cosecha se contó y registró en campo el número total de vainas. Así se trató de evitar daños por la pudrición de las vainas ante el eventual exceso de humedad u otros daños en el campo. Se realizaron en total 16 muestreos en el periodo experimental. La producción de vainas por planta fue con base al conteo de estas; y, el número de semillas por vaina se estimó a partir de 20 vainas, el peso individual de la semilla mediante el peso de 100 granos, y el rendimiento de grano través de la producción acumulada de todas las cosechas.

Efecto del espelón como cobertera en el rendimiento de grano de maíz.

Este trabajo fue realizado en el mismo predio que la prueba de adaptación, por lo tanto, las condiciones ambientales y de preparación del terreno fueron similares.

Para prevenir daños de las plántulas por la fauna silvestre, se cercó el área experimental; además, las mazorcas se cubrieron con bolsas plásticas para reducir el daño de pájaros.

El experimento se realizó en un suelo rojo o Leptosol mólico, las parcelas fueron de 4.0 X 5.0 m., el área útil fue 6.0 m^2. La distancia de siembra del maíz fue 1.0 X 1.0 m, depositando 4 semillas por agujero, el espelón intercalado al maíz a 1.0 X 0.50 m en medio de las hileras del cereal y se depositaron tres semillas por agujero, al final se dejaron dos plantas.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y 9 tratamientos que consistieron en la siembra intercalada de UCR4240, UCR779, Habana 82 y UCR1331 con maíz, maíz y las cuatro variedades del espelón en monocultivo. Las variables fueron: cobertura del espelón a 60 y 90 DDS, altura de las plantas de maíz a 60 y 90 DDS, componentes y rendimiento de grano de maíz. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza de dos vías. Los datos de la cobertura fueron transformados al arcoseno.

RESULTADOS Y DISCUSION

Prueba de adaptación de 65 variedades espelón en monocultivo

La duración del día fue superior a 13 horas al hacerse la siembra, la máxima ocurrió en junio, a partir de entonces se registró un descenso hasta alcanzar 11 horas en octubre (Salazar, 1997). La distribución de la lluvia fue normal; excepto, en septiembre, cuando se registró 50 % de lo que llueve comúnmente (Figura 1). La cantidad de lluvia en el año 2000 fue 761 mm de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua y representó 77 % del promedio de 991 mm en los últimos 20 años. De junio a octubre se registró el 93 % del total que llovió en el año 2000.

La temperatura promedio anual fue 26.5 º C, durante el periodo de crecimiento del cultivo fue 27.5 º C. Las temperaturas medias de la máxima y mínima durante el cultivo fueron: 38.4 º C/20.9 º C, 38.6 º C/21.4 º C, 35.7 º C/18 º C, 35.5 º C/21 º C, 34.7 º C/14.4 º C y 36.2 º C/17 º C, para junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, respectivamente.

Floración. Se presentó amplia variabilidad en la floración, de 33 a 135 DDS. Según el sistema de clasificación genotípica del espelón en respuesta al fotoperiodo y temperatura, propuesto por Ehlers y Hall (1996) se formaron tres grupos de plantas: precoces de 33 a 45 DDS, intermedias de 46 a 55 DDS, y tardías de 56 o mayor número DDS. El grupo de *floración precoz* estuvo representado por 29 variedades, las más precoces fueron INIFAT93, UCR315, T101, Early Scarlet y UCR472. Destacó la precocidad de INIFAT 93, comportamiento similar que en su país de procedencia (Díaz *et al*., 2002). La CB5 floreció a 39 DDS, la longitud del día fue ligeramente superior a 13 horas. La temperatura máxima y mínima fue 35.7/18 º C, respectivamente (Figura 1). En Riverside se registró un comportamiento similar creciendo a 30/17 ºC y 33/17 ºC y una longitud del día de 14 h 50 min. Con base al momento de la floración fueron clasificadas en neutras al fotoperiodo, morfológicamente no ocurren cambios en la ubicación del primer nudo reproductivo y/o retraso en la aparición de la primera yema floral en días largos comparado con días cortos (Ehlers y Hall, 1996).

El segundo grupo de *floración intermedia* estuvo representado por nueve variedades, la UCR3538 floreció a 46 DDS, mientras que la IT93K-1140 y UCR34 florecieron a 55 DDS. La floración de N'diambour fue similar que lo reportado en el Valle de Coachella en California y en su país de origen. En Senegal, la variedad Bambey 21 tiene un comportamiento precoz. No obstante, en Yucatán, de modo similar que en Riverside, California fue ubicada dentro de las intermedias, pues las plantas responden de forma cuantitativa de día corto al fotoperiodo, ocurren cambios morfológicos en sus órganos reproductivos; se incrementan la posición del primer nudo reproductivo; además, se retrasa el número de días en la aparición de la yema floral de las plantas sometidas a días largos comparado con días cortos (Ehlers y Hall, 1996).

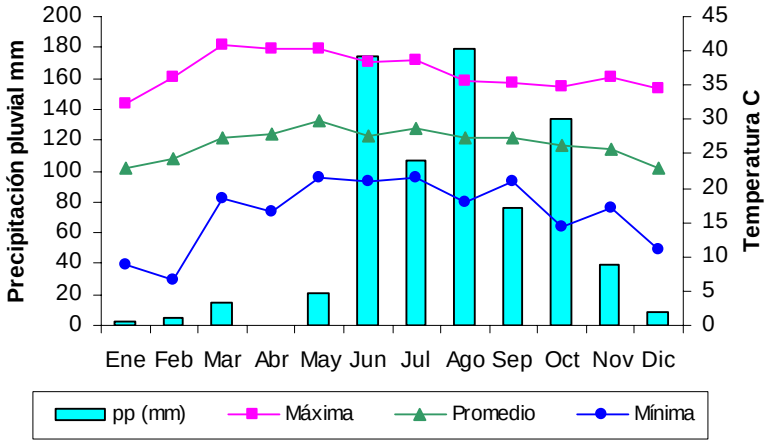


Figura 1 Precipitación pluvial y temperatura durante el año 2000 (Comisión Nacional del Agua)

El tercer grupo cuya *floración fue tardía* estuvo representado por 26 variedades, la UCR3572 floreció a 56 DDS, la UCR3703 a 135 DDS. Las dos variedades locales tuvieron una respuesta tardía. La variedad Melakh floreció a 57 DDS, cuya respuesta fue tardía, lo cual contrasta con su comportamiento precoz observado en Riverside; confirmando que algunas variedades precoces en su país de origen pueden ser tardías en otro sitio (Ehlers y Hall, 1996).

En el Noroeste de Yucatán una cantidad importante de variedades del espelón florecieron más allá de 75 DDS, en cuyo caso son clasificadas altamente sensible al efecto del fotoperiodo o de días cortos obligados. En este grupo estuvieron la UCR278 e IT89KD-288 y se reafirma bajo condiciones de campo su alta sensibilidad al fotoperiodo. En días cortos y temperaturas moderadas florecen, pero en días largos y temperaturas elevadas se suprime la floración (Ehlers y Hall, 1998).

La respuesta reproductiva en función al fotoperiodo y la temperatura, permitió identificar el comportamiento de las plantas y así la selección de aquellas que se adapten a la fluctuación estacional de la humedad y la longitud de día en Yucatán. Al inicio del temporal, en los primeros 33-45 DDS coinciden altas temperaturas y días largos.

Desarrollo de cobertura. A los 63 DDS 44 de 65 variedades cubrieron de 5 a 25 % el terreno y trece de 30 a 50 %. Solo tres de las 65 variedades presentaron un rango de cobertura de 55 a 75 %. Mientras que la UCR1099, UCR3703, IT89KD-288 y UCR2733 cubrieron el terreno en un 80 % a 100 %.

A 76 DDS, 5 de las 65 variedades cubrieron de 5 a 25 % el terreno y la mayoría de las plantas crecieron activamente, en consecuencia tuvieron mayor cobertura. El 93 % de las variedades cubrieron de 30 a 100 % el terreno. Sin embargo, solo 18 de 65 variedades cubrieron entre 80 % a 100 %. Las variedades UCR1099, UCR2733, IT89KD-288, y UCR3703 mantuvieron una cobertura entre 90 % o 100%, además, se agregaron a esta categoría las variedades IT93K-503-1, UCR4609, UCR1258, UCR836 y UCR1331.

A 91 DDS un proceso de marchitamiento y senescencia de las plantas, provocó una reducción de la cobertura por la caída de las hojas, especialmente en variedades precoces e intermedias. De este modo, la baja proporción de variedades con 5 a 25 % de cobertura en la estimación anterior, pasó ahora a 34 %, pero al agrupar las categorías de 5 a 25 % y 30 a 50 % de cobertura, 63% de las variedades alcanzaron hasta un máximo de 50 % de cobertura. A pesar de esto, a 91 DDS 20 de 65 variedades de espelón cubrieron entre 80 % y 100 % el terreno, en esta categoría estuvieron las variedades tardías. Las variedades que alcanzaron o mantuvieron una cobertura de 100 % fueron UCR279, UCR4240, UCR3572, Nuc-xpelon, IT93K-503-1, UCR1258, UCR1331, UCR4609, UCR2733, IT89KD-288, UCR3703 y UCR1099.

A 120 DDS, 44 de las 65 variedades, solo tuvieron entre 5 % y 30 % de cobertura, resultado similar que a 63 DDS, dejando con poca cobertura el terreno. Siete variedades alcanzaron, o al menos mantuvieron una cobertura de 30 a 75 %. Pero un grupo compuesto de 11 variedades logró mantener de 80 a 100 % de cobertura por un tiempo de 30 hasta 84 días, una vez que se alcanzó la máxima cobertura, y estuvieron representadas por la UCR3572, UCR278, UCR1099, UCR2733, UCR4317, UCR2585, IT89KD-288, UCR779, UCR2781, UCR3703 y Nuc-xpelon (Cuadro 1).

Finalmente, a 144 DDS, la UCR2781, UCR4240 y Nuc-xpelon conservaron una cobertura del terreno en 80 % y la UCR3703 de 100 %, las demás variedades perdieron sus hojas, en consecuencia dejaron desprovisto el terreno de la cobertura. Pero, en las variedades que alcanzaron una mayor cobertura, se observó una capa importante de mantillo sobre el terreno.

Rendimiento de grano. La primera cosecha de vainas se realizó el 8 de agosto, a 58 DDS en las variedades Arkansas Blackeye No. 1, California Cream, Cubanita 666, Early Scarlet, INIFAT 93, INIFAT 94, IT93K-425-1, Kiawah, T101 y Trópico 782. La cosecha concluyó el 24 de noviembre, a 164 DDS, las variedades de maduración más tardía fueron UCR1331, IT89KD-288, UCR4240 y UCR278.

Cuadro 1. Duración de la cobertura de espelón en la zona noroeste de Yucatán

Variedades	Floración (grupo)	Rango de tiempo (días)	Duración (días) con cobertura	Rango de cobertura (%)
UCR3703	Tardía	60-144	84	90-100
UCR4240	Tardía	75-144	69	80-100
UCR1099	Tardía	60-120	60	100
UCR2733	Tardía	60-120	60	80-100
IT89KD-288	Tardía	60-120	60	80-100
UCR2781	Tardía	90-144	54	80-90
Nuc-xpelon	Tardía	90-144	54	80-100
UCR3572	Tardía	75-120	45	90-100
UCR836	Precoz	60-90	30	80-100
UCR2615	Tardía	90-120	30	90-95
UCR779	Tardía	90-120	30	85-95
IT93K-503-1	Tardía	75-90	15	90-100
UCR4609	Tardía	75-90	15	100
UCR1258	Intermedia	75-90	15	90-100
UCR1331	Tardía	75-90	15	90-100
UCR3360	Tardía	75-90	15	80-95
UCR4317	Tardía	75-90	15	80-90
Habana 82	Precoz	75-90	15	80

Momento de la floración: Precoz (33-45 DDS), Intermedia (46-55 DDS) y Tardía (de 56 días en adelante).

La UCR2815 y UCR1241, no lograron cubrir por una germinación baja, las pocas plantas que emergieron fueron dañadas por liebres (*Sylvilagus floridanus yucatenensis* Killer). La IT93K-503-1 desarrollo una cobertura rápida, pero fue destruida por tusas (*Orthogeomys hispidus*) al inicio de la floración, por lo tanto, solo fue parcialmente cosechado el grano.

El rendimiento de grano varió de 0 a 200 g m^{-2}, la producción en UCR279 y UCR3703 fue nula. En UCR3541, Habana 82, UCR4240, IT89KD-288 y UCR3537 los rendimientos fueron 200, 181, 153, 144 y 130 g de grano m^{-2}, respectivamente.
En la primera categoría, cuyo rendimiento de grano varió de 0 a 29 g m^{-2}, fue representada por 23 variedades, la UCR1258, UCR397 y UCR4609 alcanzaron 29 g m^{-2}. El rendimiento nulo de la UCR3703 y UCR279 se atribuyó a que la floración ocurrió muy tarde, cuando la humedad fue insuficiente, por lo tanto provocó la abscisión de las flores; condición que ha sido observado por Turk *et al*. (1980) bajo manejo de humedad en diferentes fases de crecimiento de las plantas. Aunque la producción de grano fue nula, en especial UCR3703, generó 100 % de cobertura a 63 DDS y logró mantenerse hasta 144 DDS. Cuando el propósito exclusivo es lograr una cobertura del terreno en un tiempo prolongado, la UCR3703 es un

excelente ejemplo. No obstante, varios autores han destacado que los cultivos de cobertera deberán considerar la satisfacción de necesidades de alimentación e ingresos (Schulz *et al*., 2003); el espelón cubre esta condición (Hall *et al*. 1997).

En el segundo grupo, con rendimiento de grano de 30 a 59 g MS m^{-2} UCR4135, CB5 y Melakh solo lograron 31 y 30 g MS m^{-2}; UCR3534, Kiawah y UCR2733 con 53, 57 y 57 g MS m^{-2}, respectivamente. La CB5 se comportó de modo similar que en el Valle de Coachella al reducirse su rendimiento hasta en un 51 % a temperaturas elevadas (Ehlers y Hall, 1998).

En el tercer grupo, con rendimientos de grano de 60 a 99 g MS m^{-2}, IT93K-273-2-1 y UCR4317 lograron 66 y 62 g m^{-2}; UCR21 y UCR2615 96 y 90 g MS m^{-2}, respectivamente y representan de 100 % a 200 % de lo logrado a nivel regional y mundial (Ehlers y Hall, 1997). Destacan las precoces UCR21, Early Scarlet y Camagüey 94 y; las tardías UCR3029 y UCR2615, esta última logró buena cobertura (Cuadro 1).

El cuarto grupo incluyó un rendimiento igual o mayor de 100 g de grano m^{-2}, la UCR1331 y UCR3537 tuvieron 102 y 130 g m^{-2}, la UCR3541, Habana 82, UCR4240 e IT89KD-288 registraron 200, 181, 153 y 144 g de grano m^{-2}. Destacaron Habana 82 y UCR3541 y UCR4240 e IT89KD-288. La UCR4240 y Habana 82 superan el promedio reportado a nivel local y mundial (Rachie, 1985), en 510 % y 603 %, en consecuencia pueden tener un fuerte impacto en la producción de grano en la región. Además, presentaron un aceptable desarrollo de cobertura. Otras variedades precoces con rendimientos muy elevados de grano de 130 a 200 g m^2, tuvieron una cobertura breve.

Componentes de rendimiento. La producción de vainas varió de dos hasta 65 vainas por planta. La menor producción se registró en IT92K-370, en contraste la UCR3029 que produjo la mayor cantidad. Una proporción de 21 a 49 % de vainas fueron dañadas por codornices (*Colinus nigrogularis*); y un complejo de chinches o Xkisay (*Anoplocnemis sp.* y *Nezara sp*.) y Xhuit'il (*Riptortus sp*.), causaron lesiones a las vainas tiernas, en consecuencia provocaron un desecado prematuro y una alta proporción de vainas vanas. El grado del daño presentó, desde 0 % hasta 49 %. Los daños más severos estuvieron en el orden de 38 a 49 % y fueron en INIFAT 93, UCR34, IT93K-573-3, UCR3542, CB5, UCR3344 y UCR3538. Las lesiones ocasionadas inhiben la formación del grano y reducen el rendimiento del grano (Singh y Allen 1979). La UCR779, Habana 82, UCR4240, UCR3541, IT89KD-288 y UCR3537, solo fueron ligeramente afectadas. A pesar de la amplia variación en el número de vainas, el rendimiento de grano presentó una correlación alta (r=0.8535) con dicha variable, lo que concuerda con (Ehlers y Hall, 1998).

El peso individual de la semilla varió de 100 mg a 302 mg, el peso más ligero correspondió a INIFAT 93, la más pesada a UCR4240. Las variedades con semillas más pesadas fueron UCR2733, UCR278, UCR2585, IT89KD-288 y UCR4240 entre 235 y 302 mg $^{-1}$.

Efecto del espelón como cobertera en el rendimiento de grano de maíz.

El espelón tuvo un crecimiento inicial normal, cuando las plantas de maíz estaban pequeñas. No obstante, 60 DDS la cobertura del espelón fue de 67 % a 87 % y destacó por su mayor cobertura la UCR779, las otras tuvieron una cobertura de 67 % a 72 % (Cuadro 2). En

promedio la cobertura del espelón en monocultivo fue 94 % a 60 DDS, con el maíz solo se alcanzó 55 % (Cuadro 2). A 90 DDS la cobertura de los espelones varió de 9 % a 86 %, la UCR4240, UCR779 y UCR1331 superiores a la Habana 82 (Cuadro 2). Watiki *et al*. (1993) encontraron en un sistema de maíz y espelón, que conforme las plantas de maíz son de talla mayor, la radiación disminuye para la leguminosa, en consecuencia su desarrollo y la cobertura.

A 90 DDS el espelón en monocultivo logró una cobertura de 75 %, en contraste, intercaladas con maíz 47 % (Cuadro 3). Las cuatro variedades de espelón utilizadas en este experimento son postradas; Watiki *et al*. (1993) sugirieron este tipo de plantas pueden treparse en los tallos del maíz, incrementando su intercepción de la radiación.

No se detectó la interacción de genotipo x el sistema de cultivo, por lo tanto, en las cuatro variedades de espelón disminuyó ($P<0.0001$) la cobertura. La producción de materia seca del espelón es severamente afectada por el maíz asociado, al reducir la intercepción de la radiación, en consecuencia su índice de área foliar (Watiki *et al*., 1993). En estas circunstancias, se sugiere que la sombra del maíz, disminuye la capacidad de fijación del N_2, el espelón puede ser poco competidor por el nitrógeno del suelo (Chang y Shibles, 1985a). En este trabajo no se midió el rendimiento de grano y de la materia seca del espelón, pues el mayor interés en esta primera fase del trabajo fue explorar la posibilidad de la asociación del espelón como cobertera sin comprometer el rendimiento del maíz. No obstante, Watiki *et al*. (1993) encontraron que el rendimiento de grano y de materia seca en 15 variedades de espelón fue reducido al asociarse al maíz. Estos autores encontraron una correlación positiva de la materia seca vegetativa y ancho del dosel, indicando que variedades que se desarrollan más rápido, que producen alto rendimiento de biomasa en monocultivo tienden a producir también alto rendimiento al estar asociados al maíz.

Cuadro 2 Efecto del genotipo de espelón y el sistema de cultivo (intercalado o no con el maíz) sobre la cobertura a 60 y 90 DDS

Variedad de espelón	% de cobertura a 60 DDS	Variedad de espelón	% de cobertura a 90 DDS
UCR779	10.3 (87) a	UCR4240	10.4 (86) a
UCR4240	9.4 (72) b	UCR779	9.6 (76) a
UCR1331	9.3 (71) b	UCR1331	9.3 (71) a
Habana 82	9.0 (67) b	Habana 82	3.5 (9) b
EED	0.583		0.739
Sistema de cultivo		**Sistema de cultivo**	
Con maíz	8.3 (55) b	Con maíz	7.1 (47) b
Sin Maíz	10.7 (94) a	Sin Maíz	9.2 (75) a
EED	0.583		0.739

Cifras a la izquierda corresponden a la medias de la transformación del arcoseno (√%+1) de los valores originales. Letras diferentes dentro de columnas indican diferencias significativas al 0.05 y 0.001. EED: Error estándar de la diferencia entre dos medias

Crecimiento del maíz. La altura varió de 36 cm a 44 cm a los 60 DDS, el efecto del genotipo de espelón en el crecimiento de la gramínea no fue significativa (P>0.05). A 90 DDS, la altura de las plantas de maíz varió de 182 cm a 207 cm, sin que se presentara tampoco el efecto (P>0.05) de ninguna variedad de espelón (Cuadro 3). En este sentido Watiki *et al*. (1993), observaron que el maíz fue siempre mayor en altura que el espelón, y la diferencia se incrementó 43 DDS, cuando el maíz alcanzó la máxima altura. El cultivo intercalado del espelón no afecto la altura del maíz y el espelón se elongó más cuando estuvo en asocio al maíz. Kessler (1987) al intercalar a la *Canavalia ensiformis* al maíz en la zona noroeste de Yucatán, tampoco encontró influencia negativa de la leguminosa en el maíz. Contrario a lo señalado, en un experimento de cultivo intercalado de mijo perla (*Pennisetum glaucum*) y espelón, los postrados mantuvieron su rango de rendimiento y fueron más tolerantes a la competencia del mijo; sin embargo, redujeron su rendimiento (Ntare, 1989).

Cuadro 3. Influencia del intercalado de cuatro variedades de espelón (*Vigna unguiculata*) en el crecimiento de plantas de maíz

Tratamiento	Altura (cm) a 60 DDS	Altura (cm) a 90 DDS
Maíz en monocultivo	38.5	191.8
Maíz – UCR1331	36.7	189.7
Maíz – UCR4240	41.1	207.5
Maíz – UCR779	35.9	182.3
Maíz – Habana 82	43.8	197.8
EED	2.83	11.44

EED: Error estándar de la diferencia entre dos medias

Rendimiento de grano de maíz. El peso de la mazorca varió de 107 a 125 g (Cuadro 4), el espelón no afecto el peso de la mazorca (P>0.05). El número de mazorcas por planta fue de 0.72 a 0.91 (cuadro 4), ninguna variedad de espelón influyó en esta variable (P>0.05). El peso específico del grano de maíz fue de 26.64 a 28.00 gramos por 100 granos (Cuadro 4) ninguna variedad de espelón influyó en esta variable (P>0.05). Estos resultados concuerdan con los de Watiki *et al*. (1993) y; Ofori y Stern (1986), quienes señalaron que la más afectada es la leguminosa.

Cuadro 4. Influencia del cultivo intercalado de cuatro variedades de espelón (*Vigna unguiculata*) en el rendimiento grano de maíz en el norte de Yucatán.

Tratamiento	Número de mazorcas por planta	Peso específico (g) del grano de maíz (100 granos)	Peso individual de la mazorca (g)	Rendimiento kg ha^{-1}
Maíz-UCR1331	0.84	27.24	107.65	2,279
Maíz-UCR4240	0.91	28.00	116.29	2,516
Maíz-UCR779	0.89	26.64	106.73	2,088
Maíz-Habana 82	0.74	27.50	125.12	2,340
Maíz solo	0.72	27.44	113.2	2,106

EED	0.11	0.87	8.0	210.1

EDD: Error estándar de la diferencia entre dos medias.

El rendimiento de grano de maíz fue de 2,088 a 2,516 kg ha^{-1}, el mayor rendimiento se registró en el tratamiento que correspondió al espelón UCR4240 intercalado con el maíz, mientras que el rendimiento menor, fue registrado en el espelón UCR779 intercalado con el maíz (Cuadro 4). Sin embargo, las medias fueron estadísticamente iguales (P>0.05).

CONCLUSION

Cuando la prioridad es la producción temprana de grano, las variedades precoces e intermedias e insensibles al fotoperiodo deberán ser sembradas al inicio del temporal lluvioso, en este momento los días son largos y las temperaturas más elevadas. En contraste, si el objetivo es lograr una cobertura mayor por un tiempo más prolongado, las variedades fotosensibles y de doble propósito deberían seleccionarse, pues logran prolongar por más tiempo la cobertura. Las variedades precoces e intermedias superiores en la producción de grano fueron la UCR3541, UCR3537, Early Scarlet y Habana 82. Mientras que las variedades de días cortos obligados que combinaron buena cobertura y producción de grano desde 2 hasta 6 veces el promedio a nivel mundial (300 kg ha^{-1}) fueron la UCR4240, UCR1099, UCR779, UCR3029, IT89KD-288, UCR2781 y UCR2615. Las variedades UCR278 y UCR3703 tuvieron un comportamiento muy tardío y no lograron producir vainas, pues la humedad fue insuficiente lo que provoco la abscisión del fruto al final de la estación lluviosa de la zona noroeste de Yucatán. Ninguna variedad de espelón intercalada con el maíz afectó su rendimiento.

Con base a este trabajo se sugiere el manejo de la diversidad de espelones, es decir, mezcla de variedades precoces y tardías a fin de obtener grano y protección del suelo. Asimismo, evaluar por un mayor tiempo las variedades intermedias o tardías en sistemas imbricados con el cultivo de maíz.

REFERENCIAS

1. Aguilar C. G. y Castillo G. R. A. 1985. “Uxmal” V-527 y “peninsular” nuevas variedades de maíz para la península de Yucatán. Folleto Técnico No. 2. Secretaría de recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones agrícolas de la Península de Yucatán. Campo Experimental de Uxmal.
2. Arteaga, L, Carranza T, Eilittä, M, Gonzáles, M, Guerrero, C, Guevara, F, Herrera, B, López, A, Martínez, F, Mendoza, A, Narváez, G, Puentes, R, Reyes, H, Robles, C, Sohn, I, Triomphe, B. 1997. El uso de sistemas de cultivo con plantas de cobertura en algunas comunidades del sureste de mexicano: Contexto, resultados y lecciones aprendidas. Paper presented in Green Manures and Cover Crops for Smallholder Farmers in the Tropics and Subtropics. April 6-12, Chapecó, Brazil.
3. Bautista-Zúñiga F. Jiménez-Osornio J. Navarro-Alberto J., Manu A. y Lozano R. (2003). Microrelieve y color del suelo como propiedades de diagnóstico en Leptosoles Cársticos. ***Terra***. 21: 1-11.
4. Binder U. 1997. Manual de Leguminosas de Nicaragua. Tomo I. PASOLAC Y E.A.G.E. Estelí, Nicaragua. Pág. 528.

5. Bressani R. 1985. Nutritive Value of Cowpea. En Singh S. R. y Rachie K. O. (eds.), Cowpea, research, production and utilization. Wiley, New York. Pág. 353-359.
6. Buckles D. y Triomphe B. 1999. Adoption of mucuna in the farming system of northern Honduras. ***Agroforestry Systems***. 47: 67-91.
7. Caamal-Maldonado J. A., Jiménez-Osornio J. J., Torres-Barragán A. y Anaya A. L. 2001. The use allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. ***Agronomy Journal***. 93:27-36.
8. Carsky, R. J., Tarawali, Becker M., Chikoye D., Tian G. y Sanginga N. 1998. Mucuna - Herbaceous Cover Legume With Potential For Multiple Uses. Resource and Crop Management. Research Monograph No. 25. International Institute of Tropical Agriculture.
9. Centre for Overseas Pest Research. 1981. Pest control in tropical grain legumes. 1981. Hobbs the Printers of Southampton for Centre for Overseas Pest Research, College, House, Wrights Lane, London W85SJ, UK. Pág. 206.
10. Chang J. F. y Shibles R. M. 1985a. An analysis of competition between intercropped cowpea and maize. I Soil N and P levels and their relations with dry matter and seed productivity. ***Field Crops Research***. 12: 133-143.
11. Chang J. F. y Shibles R. M. 1985b. An analysis of competition between intercropped cowpea and maize. II The effect of fertilization and population density. ***Field Crops Research***. 12: 145-152.
12. Díaz F. M., Padilla C., González A. y Mora C. 2002. Producción y composición bromatológica de harinas de vigna: de forrajes, integrales y de granos. ***Agricultura Técnica***. Vol. 2. No. 2.
13. Ehlers J. D. y Hall A. E. 1996. Genotypic classification of Cowpea Based on Response to Heat and Photoperiod. ***Crop Science***. 36:673-679.
14. Ehlers J. D. y Hall A. E. 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). ***Field Crops Research***. 53: 187-204.
15. Ehlers J. D. y Hall A. E. 1998. Heat tolerance of contrasting cowpea lines in short an long days. ***Crop Science***. 55: 11-21.
16. Hall A. E. y Frate C. A. 1996. Blackeye Bean Production in California. University California, division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, Publication 21518.
17. Hall A. E., Cisse N., Thiaw S., Ndiaye M., Faye M. D. y Balde M. 1996. Cowpea Production Bulletin for Senegal. Institu Sénégalais de Rechersches Agricoles, Direction des Rechersches sur les Cultures et systèmes Pluviaux.
18. Hall A. E., Singh B. B. y Ehlers J. D. 1997. Cowpea Breeding. ***Plant Breeding Reviews***. 15: 216-274. Ed. Jules Janick. John Wiley & Sons, Inc.
19. Hernández, X. E. 1959. La agricultura. En: Beltrán E. (ed.). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A. C. Méx. D. F. Tomo II. Pág. 3-57.
20. Jou A. y Manu A. 1994. Chemical Dynamics in Slash-and-Burn Agriculture. En: Sánchez P. A. y van Houten H (eds.). 15th World Congress of Soil Science. Supplement to Transactions. Alternatives to Slash-and-Burn Agriculture. Sympposium ID-6. Acapulco, Mexico, July, 1994. Pág. 63-77.
21. Kessler C. D. J. 1987. Agronomic Studies of the Tropical Legume Canavalia ensiformis, (L), Jackbean in Yucatán, México. ***Ph D. Thesis***. University of Bangor UK.
22. Kú N. R. 1992. La Milpa Yucateca y sus Innovaciones Técnicas. En: Zizumbo V. D., Rasmussen Ch., H., Arias R., L. M. y Terán C. S. (eds.). La Modernización de la Milpa en Yucatán: utopía ó realidad. Ed. CICY-DANIDA Dinamarca. Mérida, Yucatán.

23. Kwapata M. B. y Hall A. E. 1985. Effects of moisture regime and phosphorus on mycorrhizal infection, nutrient uptake, and growth of cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). ***Field Crops Research***. 12: 241-250.
24. McDonagh J. E. y Hillyer A. E. 2003. Grain legumes in pearl millet systems in Northern Namibia: An assement of potential nitrogen contributions. Experimental Agriculture. 39: 349-362.
25. Mariaca, M. R. 1992. El papel de la fertilidad del suelo en el sistema roza-tumba-quema. En: Zizumbo V. D., Rsamussen C. H., Arias R. M. L., Terán C. S. (eds.). La modernización de la milpa en Yucatán: Utopía o Realidad. DANIDA-CICY. Mérida, Yuc. Méx. pág. 215-226.
26. Ofori F. y Stern W. R. 1986. Maize/cowpea intercrop system: effect of nitrogen fertilizer on productivity and efficiency. ***Field Crops Research***. 14:247-261.
27. Pérez T. A. 1945. La agricultura milpera de los mayas de Yucatán. Enciclopedia Yucatenense. Volumen 6. Cuidad de México. Gobierno de Yucatán. 173-204.
28. Pool N. L. 1986. Experimentación en producción maicera bajo roza-tumba-quema en Yaxcabá, Yucatán, México. ***Tesis de Licenciatura***. Universidad Autónoma de Chapingo.
29. QI. A., Wheeler T. R., Keating J. D. H., Ellis R. H., Sumerfield R. J. y Craufurd P. Q. 1999. Modellign the effects on the temperature on the rates of seedling emergence and leaf appearence in legume cover crops. ***Experimental Agriculture***. 35: 327-344.
30. Rachie K. O. 1985. Introduction. En: Singh S. R. y Rachie K. O. (eds.), Cowpea, research, production and utilization. Wiley, New York. Pág. xxi-xxviii.
31. Salazar G. E. A. 1997. Anuario astronómico. Universidad Autónoma de Yucatán, México. 64 p.
32. Sanden B. 1993. Blackeye varietal and irrigation cutoff trial. Pág. 120-121. En Univ. California Dry Bean Research-1993 Progress Report California Dry Bean Advisory Board, Dinuba California.
33. Schulz S., Honlokou A. N., Carsky R. J., Manyong V. M. y Oyemole B. D. 2003. Alternatives to Mucuna for Soil Fertility management in southern Bénin: Farmer Perception and use of traditional and exotic grain legumes. ***Experimental Agriculture***. 39:267-278.
34. Singh S. R. y Allen D. J. 1979. Cowpea Pest and Diseases. Manual Series No. 2. International Institute of Tropical Agriculture. Ibadan, Nigeria.
35. Terán S. Rasmussen C. H. y May C. O. 1998. Las Plantas de la Milpa entre los Mayas. Fundación Tunben Kin, A.C. Mérida, Yucatán, México.
36. Turk K. J., Hall A. E. y Asbell C. W. 1980. Drought Adaptation of cowpea I. Influence of Drought on Seed Yield. Agronomy Journal. 72 (3): 413-420.
37. Watiki J. M., Fukai S., Banda J. A. y Keating B. A. 1993. Radiation interception and growth of maize/cowpea intercrop as affected by maize plant density and cowpea cultivar. ***Field Crops Research***. 35:123-133.
38. Weisbach C., Tiessen H. y Jiménez-Osornio J. J. 2002. Soil fertility during shifting cultivation in the tropical karst soils of Yucatan. ***Agronomie***. 22:253-263.

Agradecimientos

Los autores agradecen ampliamente a la Universidad de Riverside California, la Universidad de Cienfuegos Cuba y al Instituto de Ciencia Animal de Cuba por la donación de las semillas para la conducción de los experimentos. A los trabajadores de campo, Carlos Kú, José Bacab y Don Santiago Uribe, quienes con su dedicación hicieron posible culminar el presente trabajo.