

## Asociación maíz - *Cajanus cajan* en un alfisol de Paraguari. Manejos y aporte potencial de nitrógeno, fósforo y potasio<sup>1</sup>

## Maize - *Cajanus cajan* association in an alfisol of Paraguari. Management and the potential contribution of nitrogen, phosphorus and potassium

Isabelino Zayas Rotela<sup>2</sup>, Carlos Andrés Leguizamón Rojas<sup>3</sup> y Justo López Portillo<sup>4</sup>

1. Parte de la tesis del primer autor para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional de Asunción (UNA).
2. Egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias, FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay.
3. Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial, Carrera de Ingeniería Agronómica, FCA-UNA. San Lorenzo, Paraguay.
4. Investigador del Proyecto JIRCAS (Japan International Research Center for Agricultural Sciences). E-mail: [justolopezp@hotmail.com](mailto:justolopezp@hotmail.com)

Recibido: 09/07/2010; Aceptado: 30/07/2010.

### RESUMEN

Estudio realizado en la Parcela Demostrativa Experimental del Proyecto JIRCAS en Paraguari, Paraguay, de octubre 2009 a mayo de 2010. Fue evaluado el efecto de manejos de la asociación maíz-Cc y del aporte potencial de N, P y K al suelo. El diseño fue de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos se establecieron teniendo en cuenta el momento de la siembra del *Cajanus* en relación a la siembra del maíz; 20 días antes (AM), siembra simultánea (SM), 20 días posterior (PM), 60 días después (momento recomendado-MR) y siembra del maíz sin *Cajanus* (testigo). Se realizó la poda del Cc a los 60 días de la siembra, en los primeros tres tratamientos. El maíz se sembró a una distancia de 0,8 m entre hileras y 0,3 m entre plantas, en los tratamientos asociados se sembró dos hileras de Cc. Se evaluó las variables: producción de granos de maíz, crecimiento y desarrollo del maíz y del Cc y la concentración de N, P y K en la materia seca del Cc. El tratamiento MR presentó el mayor rendimiento del maíz, con una interacción positiva entre maíz y Cc. En los tratamientos AM y SM se redujo el rendimiento de la materia seca y granos del cereal. El aporte potencial de N-P-K y de la materia seca fue mayor en los tratamientos con corte de Cc en la etapa vegetativa.

**Palabras clave:** *Cajanus cajan*, *Zea mays*, asociación de cultivos, reciclaje de nutrientes.

### ABSTRACT

The objective of research was evaluate the effect of conduct in the association maize – Cc potential adduce of N P K to soil. The experiment was carried out in experimental plot of Project JIRCAS, Paraguari country Paraguay, between the months of October of 2009 and May 2010. The design used was randomized complete block with five treatments and three replications. The treatment were established according to the time of sowing Cc, 20 days before sowing maize (AM) simultaneous sowing with maize (SM) 20 days after maize sowing (PM), 60 days after maize sowing (recommended time MR) and sowing of maize without Cc, cuts are made of Cc in the vegetative stage in the first three treatments. The maize was sowed with spacing of 0,80 m between rows and 0,3 m between plants, in the treatments associated was sowed two rows of Cc. Evaluated variables were: maize production, maize growth and development and Cc, N-P-K of concentration in Cc. Treatment MR had the highest grain yield, showing a positive interaction between maize and Cc. In treatments AM y SM yield decreased dry matter yield and cereal grain. The potential contribution of N-P-K of and dry matter was highest in treatment with cull of Cc in vegetative stage.

**Key words:** *Cajanus cajan*, *Zea mays*, intercropping, nutrient cycling.

## INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la calidad del suelo permite sustentar el buen rendimiento de los cultivos y mantener una producción agraria satisfactoria.

El manejo del suelo, en condiciones socioeconómicas de los productores con limitada capacidad para el uso de insumos, surge la necesidad de incentivar las prácticas de menor inversión, que contribuyan al mejoramiento del suelo. Entre estas prácticas se destacan la rotación de cultivos, la asociación de cultivos, el uso de abonos verdes, la labranza adecuada del suelo (J-Green, 2007). En este sentido, Porta et al. (2003) señalan que para incorporar medidas de conservación de suelo se debe considerar las restricciones de tipo socioeconómico, los requerimientos en operaciones de mantenimiento y la aceptación de los agricultores.

La asociación de cultivos es una práctica que incrementa la diversidad de especies cultivadas y posibilita mayor eficiencia en el uso de la tierra (Herrera y Ruiz, citado por Ruiz & Loaeza, 2003).

El maíz en el Paraguay tiene relevancia en la alimentación humana y animal (Aguilera, 1995) y por otro lado, tiene importancia en el manejo conservacionista del suelo por la alta cantidad de biomasa que produce, y, por el espaciamiento de hileras que permite la asociación con otros cultivos aumentándose la adición de residuos vegetales.

Según Scheffer et al. (1985), el *Cajanus cajan* es una planta de región semiárida con una notable adaptabilidad, requiere un promedio anual de 625 mm de precipitación aunque en suelos muy fértiles crece y se multiplica aún con 250 a 375 mm, la temperatura adecuada oscila entre 18 y 35 °C, no resiste las heladas fuertes. Se desarrolla bajo diferentes tipos de suelo, desde arenoso hasta arcilloso, se adapta a un amplio rango de pH siendo más favorables la faja 5,0 a 7,0; siendo sensible a altos tenores de sal. Florentín et al. (2001) mencionan que el rendimiento de la masa verde puede ir de 7.000 a 14.000 kg ha<sup>-1</sup>. De Alcántara et al. (2000) concluyen que el *Cajanus* es una de las plantas que mayor aporta y recicla nutrientes debido a la gran producción de masa seca, que lo convierte en excelente material para iniciar la recuperación y mejorar las propiedades químicas del suelo. Además, el *Cajanus cajan* puede aprovechar el fósforo inorgánico poco soluble a través de la liberación de compuestos orgánicos en los exudados radicales que hidrolizan el P de los enlaces (FePO<sub>4</sub>), principal forma en la que se encuentra el P en un Ultisol y Alfisol (Medina & Elena s.f.).

Birbaumer (2008) indica que el momento más recomendado para la siembra del *Cajanus* es entre los 60

a 70 días posterior a la siembra de maíz, en la época de floración. Sin embargo, Florentín et al. (2001) citan que es posible sembrar esta leguminosa inclusive después de la primera carpida, entre los 30 a 40 días de la siembra del maíz.

La siembra de maíz asociada con el *Cajanus cajan* en el momento oportuno y con manejo adecuado recicla e incorpora nutrientes al suelo y aporta materia orgánica al suelo. Quiroz & Marin (2007), no encontraron diferencias significativas en la concentración de N, P y K en *Cajanus cajan* manejado en asociación y no asociado con el maíz en etapa vegetativa. No obstante, hallaron menor concentración de K en *Cajanus* manejado en asociación en la etapa reproductiva.

La hipótesis del trabajo considera que los manejos en la asociación maíz-*Cajanus cajan* afectan la producción del cereal y el aporte potencial de nutrientes al suelo. El objetivo de la investigación consiste en evaluar el efecto de manejos de la asociación maíz-*Cajanus cajan* y su aporte potencial de nitrógeno, fósforo y potasio al suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Parcela Demostrativa Experimental del Proyecto JIRCAS (Japan International Research Center for Agricultural Sciences), ubicada en el km 91 de la Ruta N° 1 Mariscal Francisco S. López, del Distrito de San Roque González de Santacruz, Dpto. de Paraguari, Paraguay. Se encuentra entre, 25° 26' y 26 ° 35' de latitud Sur y entre los meridianos 56° 35' y 57° 40' de longitud Oeste, a 125 metros sobre el nivel del mar.

Se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y tres repeticiones, las parcelas estaban separadas con un metro de calle, con una dimensión de 3,20 m x 4 m, conformando una superficie de 300 m<sup>2</sup> de área experimental. Cada unidad contó con cuatro hileras de cultivos de maíz distanciadas a 0,80 m entre hileras y 0,30 m entre plantas. El *Cajanus cajan* se sembró dos hileras en las melgas distanciadas a 0,3 m entre plantas y 0,3 m entre hileras.

Los tratamientos se establecieron teniendo en cuenta el momento de la siembra del *Cajanus cajan* (Cc) en relación a la siembra del maíz, quedando establecido los siguientes tratamientos: 1) Maíz sin asociación (T); 2) Maíz + Cc sembrado a los sesenta días o momento recomendado (MR); 3) Maíz + Cc sembrado veinte días posterior al maíz (PM); 4) Maíz + Cc sembrado en forma simultánea con el maíz (SM); 5) Maíz + Cc sembrado veinte días antes del maíz (AM). En los últimos tres tratamientos se realizó la poda del *Cajanus* a una altura

de 20 a 30 cm del suelo, a los sesenta días de la siembra (etapa vegetativa). El último corte del *Cajanus* se practicó en la etapa reproductiva a todos los tratamientos asociados, a los doscientos setenta días de la siembra del maíz.

Se utilizó maíz de la variedad karape pyta, que fue sembrado a razón de 20 kg ha<sup>-1</sup>. El *Cajanus cajan* (variedad gigante) se sembró dos hileras en las melgas del maíz a razón de 35 kg ha<sup>-1</sup>. La siembra de maíz se realizó en la segunda quincena de octubre sobre cobertura de avena negra previamente incorporada con rastra. El inicio de la siembra de *Cajanus* se llevó a cabo de acuerdo a los tratamientos establecidos.

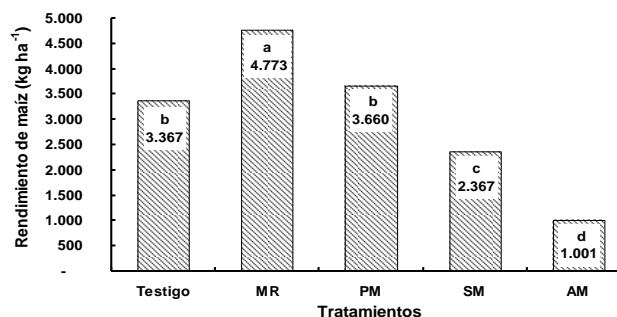
Las variables evaluadas en el cultivo de maíz fueron: a) la producción de granos; determinando el rendimiento de granos, obtenido a partir de quince plantas de las hileras centrales, el porcentaje de las mazorcas llenas a partir del total de mazorcas evaluadas y el peso de mil semillas. b) Crecimiento y desarrollo; la masa seca aérea obtenida en el momento de la cosecha, se cortó con machete un área de 0,40 m<sup>2</sup>, luego las muestras se secaron en estufa a 65°C durante 48 h y posteriormente fueron pesadas; la altura de la planta se determinó al final del ciclo vegetativo, para lo cual se midieron diez plantas de cada parcela.

En el *Cajanus cajan* se evaluaron: a) el crecimiento y desarrollo de la planta; la determinación de la masa seca aérea en la etapa vegetativa (a 60 días de la siembra del *Cajanus*) y en etapa reproductiva (270 días de la siembra del maíz), el corte se realizó con tijera de podar entre 20 a 30 cm del suelo de un área establecida de 0,40 m<sup>2</sup>, luego las muestras se secaron en estufa a 65°C durante 48 h y posteriormente fueron pesadas; la altura del *Cajanus* se midió en el momento de la cosecha del maíz, a los ciento treinta días de la siembra. b) Concentración de N, P y K en el tejido del *Cajanus*, se determinó en la etapa vegetativa y reproductiva. Los tenores de N fueron determinados por el método de Kjeldahl, el P por colorimetría y el K por absorción atómica, previa digestión de las muestras, según metodología de Tedesco et al. (1995). Los datos obtenidos de cada variable fueron sometidos a análisis de varianza y los tratamientos que presentaron diferencias significativas fueron comparados mediante el Test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **Figura 1 y 2** se presentan los resultados obtenidos de la producción de maíz a los 130 días de la siembra. Los diferentes manejos del *Cajanus cajan* (Cc) en asociación con el maíz, produjeron diferencias significativas del rendimiento de maíz. El mayor rendimiento se obtuvo en el MR (siembra del Cc 60 días

después de la siembra del maíz), el cual fue superior en 1.406 kg ha<sup>-1</sup> al testigo; la menor producción en granos del maíz se obtuvo con la siembra del *Cajanus cajan* 20 días antes de la siembra del maíz (AM), obteniéndose un valor de 2.366 kg ha<sup>-1</sup> inferior al testigo.

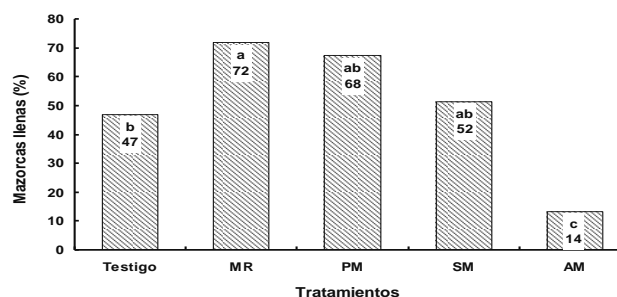


**Figura 1.** Rendimiento de grano del maíz. Parcela Demostrativa Experimental JIRCAS 2009-2010.

**MR:** Momento Recomendado, **PM:** Posterior al Maíz, **SM:** Simultaneo con el Maíz, **AM:** Anterior al Maíz. Los rendimientos que presentan letras iguales no difieren entre sí (Test de Tukey P<0,05).

La diferencia que existe entre el tratamiento Momento Recomendado (MR) con relación al Testigo probablemente se debe al efecto de sombreado del suelo por el *Cajanus cajan*, que reduce la pérdida de humedad cuando el cultivo de maíz requiere la máxima cantidad de agua para la formación de los granos, y por el aporte de N de la leguminosa.

El rendimiento promedio nacional del cultivo de maíz en la zafra 2006/2007 fue 2.907 kg ha<sup>-1</sup> y el promedio del Departamento de Paraguari de 1.100 kg ha<sup>-1</sup>, resultados que presentan similitud con los tratamientos SM y AM (MAG 2008). Por otro lado, Birbaumer (2008) relata que en suelos con fertilidad media el maíz puede producir más de 5.000 kg ha<sup>-1</sup> de granos, y en suelos deteriorados puede llegar a menos de 1.500 kg ha<sup>-1</sup>, que es inferior al resultado obtenido con el Testigo de éste estudio.



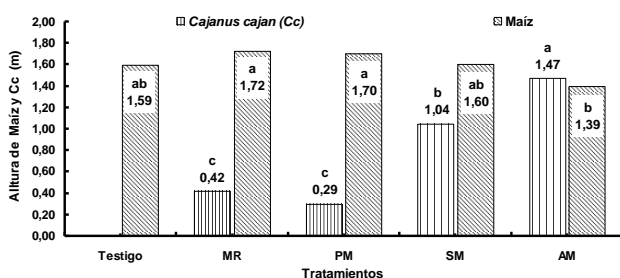
**Figura 2.** Porcentaje de mazorcas llenas. Parcela Demostrativa Experimental JIRCAS, 2009-2010.

**MR:** Momento Recomendado, **PM:** Posterior al Maíz, **SM:** Simultaneo con el Maíz, **AM:** Anterior al Maíz. Las medias con letras iguales no presentan diferencias entre sí. (Test de Tukey P<0,05).

Con respecto al porcentaje de mazorcas llenas se observaron diferencias significativas, el Momento Recomendado (MR) alcanzó el mayor porcentaje (72% del total cosechado), siendo diferente del Testigo, y al tratamiento Anterior al Maíz (AM) le corresponde el menor porcentaje con un valor inferior en 33% con relación al Testigo. La cantidad de mazorcas llenas es una de las variables que explica la diferencia en el rendimiento del maíz entre los tratamientos, porque presenta la misma tendencia verificada en el rendimiento de granos (Figura 1). Un aspecto importante que los resultados indican es con relación al tratamiento MR, donde no hubo competencia entre el maíz y el *Cajanus cajan* y se puede apreciar una interacción positiva entre ambas especies.

Con relación al peso de mil semillas no se registraron diferencias significativas entre los diferentes manejos, obteniéndose una media de 0,225 kg de los diferentes tratamientos, lo cual no tuvo efecto sobre la diferencia obtenida en el rendimiento de granos. Arévalos (2009) analizando el manejo de nitrógeno en siembra y cobertura en el cultivo de maíz, en el Departamento de San Pedro, tampoco encontró diferencias significativas en el peso de mil semillas, obteniendo un promedio de 0,242 kg, ligeramente superior con relación a este estudio. Sin embargo, Rivas (2005) encontró diferencias significativas en el peso de mil semillas, analizando el rendimiento de maíz blanco duro en diferentes épocas de siembra.

Con relación al crecimiento y desarrollo de las plantas se presentan las alturas (Figura 3) y las masas secas aéreas acumuladas en el maíz y *Cajanus cajan*, respectivamente (Figura 4).

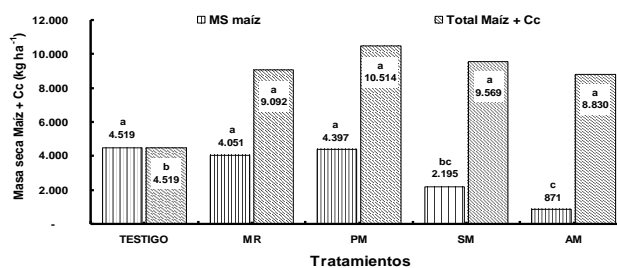


**Figura 3.** Altura de maíz y *Cajanus cajan* en el momento de la cosecha del maíz. Parcela Demostrativa Experimental JIRCAS, 2009-2010.

**MR:** Momento Recomendado, **PM:** Posterior al Maíz, **SM:** Simultaneo con el Maíz, **AM:** Siembra Anterior al Maíz. Las alturas medias con letras iguales no presentan diferencias entre sí. (Test de Tukey  $P < 0,05$ ).

La altura del maíz en los tratamientos con *Cajanus cajan* no registró diferencia con relación al testigo, lo que indica que la asociación no afectó el crecimiento en altura del cereal. Sin embargo, al comparar los tratamientos asociados se verifica que hubo un mayor crecimiento en

altura en los tratamientos Momento Recomendado y Posterior al maíz. El *Cajanus cajan* con poda a una altura del suelo de 20 a 30 cm a los 60 días de la siembra, presentó un rebrote bastante vigoroso, alcanzando en el tratamiento Anterior al Maíz una altura de 1,47 cm, a los 85 días después del corte y en el tratamiento Simultaneo al Maíz la altura de un metro a los 65 días después del corte. Birbaumer (2008) relata que es posible el rebrote de *Cajanus cajan* con corte a una altura del suelo de 60 a 70 cm, práctica que puede repetirse durante todo el ciclo de la planta.



**Figura 4.** Masa seca aérea de maíz y el acumulado maíz con *Cajanus cajan*. (Cc). Parcela Demostrativa Experimental JIRCAS, 2009-2010.

**MR:** Momento Recomendado, **PM:** Posterior al Maíz, **SM:** Simultaneo con el Maíz, **AM:** Anterior al Maíz. Los promedios con letras iguales no presentan diferencias entre sí (T. Tukey  $P < 0,05$ ).

La masa seca aérea acumulada del *Cajanus cajan* mediante la práctica de poda en la etapa vegetativa (60 días después de su siembra) es superior al Momento Recomendado (sin corte); el tratamiento Anterior al maíz incrementó en 2.549 kg ha<sup>-1</sup> la masa seca aérea, el Simultáneo aumentó en 2.334 kg ha<sup>-1</sup> y el Posterior al maíz fue superior en 1.077 kg ha<sup>-1</sup>. En el manejo del *Cajanus cajan* en la etapa reproductiva (270 días después de la siembra del maíz) no se encontró diferencia significativa de la materia seca entre los diferentes tratamientos, alcanzando en promedio la cantidad de 5.091 kg ha<sup>-1</sup>. Estos resultados indican que la práctica de corte realizado en los tratamientos AM, SM y PM no presentó un efecto negativo sobre la producción de la materia seca del *Cajanus cajan*, al contrario, favoreció la producción adicional de materia seca.

Scheffer et al. (1985) afirman que la biomasa de *Cajanus cajan* puede ir de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> en suelo extremadamente pobre a 37.000 kg ha<sup>-1</sup> cuando se fertiliza. Florentín et al. (2001) señalan que el rango de la materia seca del *Cajanus cajan* va de 7.000 a 14.000 kg ha<sup>-1</sup>, similar con la cantidad alcanzada en este experimento, con los tratamientos con corte Anterior al Maíz y Simultaneo con el Maíz.

La cantidad total promedio de masa seca aérea acumulada en las asociación maíz-*Cajanus cajan* es superior al monocultivo de maíz, determinándose una

diferencia de 4.322 kg ha<sup>-1</sup>. Este resultado es muy favorable por la materia orgánica que aporta para el suelo, por el aporte de nitrógeno de la leguminosa y por el reciclado de nutrientes en el sistema suelo - planta.

Con respecto a la masa seca aérea del maíz no se tuvo un efecto de la asociación en los tratamientos Posterior al Maíz y Momento Recomendado cuando se compara con el testigo, pero fue inferior en los tratamientos Simultáneo con el Maíz y Antes del Maíz, verificándose una reducción de 2.324 y 3.648 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, lo cual indica que existe una competencia entre los cultivos en estos tratamientos. Estos resultados se reflejan en el menor rendimiento en granos del maíz en estos tratamientos.

La concentración (g kg<sup>-1</sup>) y la cantidad acumulada (kg ha<sup>-1</sup>) de N, P y K de la masa seca aérea del *Cajanus cajan*, en la etapa vegetativa y reproductiva se presentan en la **Tabla 1** y en las **Figuras 5a, 5b, y 5c** respectivamente.

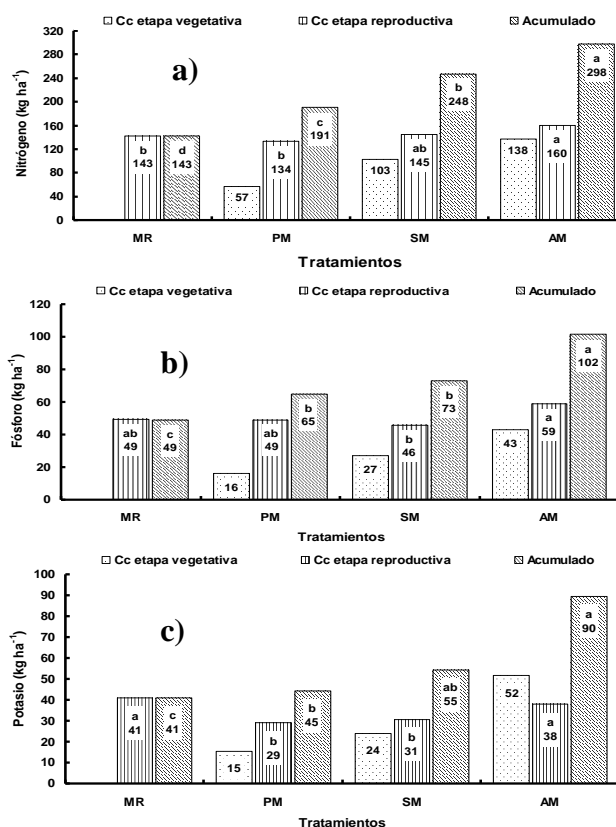
**Tabla 1.** Concentración de N, P y K en la masa seca aérea del *Cajanus cajan* (Cc) en la etapa vegetativa (60 días después de la siembra de la leguminosa), reproductiva (270 días después de la siembra del maíz).

Tratamientos (Etapa vegetativa)	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
	g kg <sup>-1</sup>		
Anterior al maíz (AM)	51,6	16,0	19,3
Simultánea con el maíz (SM)	48,1	12,8	11,2
Posterior al maíz (PM)	43,2	12,4	11,7
Tratamientos (Etapa reproductiva)	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Manejo recomendado (210 dds Cc <sup>1</sup> )	28,3 a <sup>2</sup>	9,8 a	8,2 a
Anterior al maíz (290 dds Cc)	30,3 a	11,2 a	7,2 b
Simultánea con el maíz (270 dds Cc)	27,9 a	10,2 a	6,0 c
Posterior al maíz (250 dds Cc)	27,7 a	8,7 a	5,8 c

<sup>1</sup>Días después de la siembra del *Cajanus cajan* (Cc); <sup>2</sup> las medias que presentan letras iguales en las columnas no presentan diferencias entre sí (test de Tukey P<0,05)

La concentración de N y P en la etapa reproductiva del *Cajanus cajan* no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, mientras que en K se registró diferencias. La mayor concentración de K se registró con el Momento Recomendado con 7,2 g kg<sup>-1</sup>, valor inferior a lo indicado por Florentín et al. (2001) quienes mencionan que el porcentaje promedio de K en la etapa reproductiva del *Cajanus* es de 26,2 g kg<sup>-1</sup>. Quiroz & Marin (2007) tampoco encontraron diferencias significativas en la concentración de N, P y K en *Cajanus* asociado y no asociado con el maíz, en la etapa vegetativa, no obstante, hallaron menor concentración de K en *Cajanus* cuando es manejado en asociación con cultivo en la etapa reproductiva.

A pesar de no existir diferencias en la concentración de N y P en el *Cajanus cajan* en los diferentes tratamientos en la etapa reproductiva; se destaca la mayor cantidad de N y P en los tratamientos donde se realiza la poda del abono verde en la etapa vegetativa. En este sentido el tratamiento Anterior al Maíz, se observa un aporte adicional de 155 kg ha<sup>-1</sup> de N y de 53 kg ha<sup>-1</sup> de P, con relación al manejo sin corte (Momento Recomendado). También, se puede comprobar que la cantidad reciclada de K es superior en todos los tratamientos con poda, alcanzando un valor superior en 49 kg ha<sup>-1</sup> en relación a la asociación maíz-Cajanus cajan sin poda del abono verde (tratamiento Momento Recomendado). De Alcántara et al. (2000) concluyen que este abono verde es una de las plantas que recicla mayor cantidad de nutrientes, lo cual se debe a la alta producción de materia seca.



**Figura 5.** Nitrógeno (a), Fósforo (b) y Potasio (c) en la masa seca aérea del *Cajanus cajan*. Parcela Demostrativa Experimental JIRCAS, 2009-2010.

**MR:** Momento Recomendado, **PM:** Posterior al Maíz, **SM:** Simultáneo con el Maíz, **AM:** Anterior al Maíz. Las medias con letras iguales no difieren entre sí. (Test de Tukey P<0,05).

Estos resultados indican que existe un potencial de mayor aporte de materia orgánica al suelo en la asociación maíz-Cajanus cajan cuando se realiza la poda del abono verde, la que además permite adicionar nutrientes ya en el cultivo asociado, posibilitando una mayor adición de nitrógeno y un mayor reciclaje de fósforo y potasio. Por lo

tanto es importante ajustar el momento adecuado de la siembra y la densidad adecuada cuando se realiza la asociación, de manera a mantener y/o incrementar el rendimiento en grano del maíz.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados y en las condiciones que se desarrolló el experimento, se concluye que:

- El maíz alcanza el mayor rendimiento cuando se asocia con el *Cajanus cajan* a los 60 días de su siembra, presentando una interacción positiva con la asociación.
- Se presenta una mayor producción de biomasa y aporte de nitrógeno con la asociación maíz - *Cajanus cajan*, cuando se realiza el manejo con poda de la leguminosa en la etapa vegetativa.
- El *Cajanus cajan* recicla una mayor cantidad de fósforo y potasio cuando se realiza la poda en la etapa vegetativa en la asociación con el maíz.

## LITERATURA CITADA

- Aguilera, B. 1995. Producción de maíz para la alimentación animal en el Paraguay. In: Dialogo XLIII programa cooperativo para el desarrollo tecnológico agropecuario del cono sur. (1995, Estancia, Colonia, UY). Trabajos presentados. PAIGNAU, J. IICA. P 81-83.
- Arévalos, T. 2009. Manejo de nitrógeno bajo fertilización con NPK aplicado en siembra y cobertura en cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Tesis. (Ing. Agr.) San Pedro de Ycuamandyju, PY: Dpto. de Suelo y Ordenamiento Territorial. FCA-UNA. 43 p.
- Birbaumer, G. (Coord) 2008. Sistemas sostenibles de producción: para los principales cultivos agrícolas, hortícolas, forestales y agroforestales de la Región Centro del Paraguay. Asunción, PY: MAG/GTZ. 354 p.
- De Alcántara, F.; Furtini, A.; Bueno, M.; Adelande De Mesquita, H.; Nuniz, J. 2000. Adubações verdes na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho-escuro degradado. Minas Gerais, Brasil.
- Florentín, M.; Peñalva, M.; Calegari, A.; Derpsch, R. 2001. Abonos verdes y rotación de cultivo en siembra directa en pequeñas propiedades. San Lorenzo, PY: MAG, GTZ. 84 p.
- J-GREEN (Agencia de Recurso Verde del Japón). 2007. Manual técnica de conservación de suelo. San Lorenzo, PY: J-Green. 96 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Censo y Estadísticas Agropecuarias) 2008. Producción agropecuaria, año agrícola 2007/2008. Asunción, PY: Omega (Síntesis estadística).
- Medina, C.; Elena L. (s.f.) Capacidad de aprovechamiento del fósforo en variedades de quinchoncho (*Cajanus cajan* (L.) millsp.) en suelos con diferentes niveles de fósforo aprovechable. (en línea). Consultado 23 oct 2009. Disponible en: [sac.postgrado.ucv.ve/ARCHIVOS/tesisdoc/TA434.pdf](http://sac.postgrado.ucv.ve/ARCHIVOS/tesisdoc/TA434.pdf)
- Porta, C.J; López, A.; Roquero C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3ra ed. Madrid, ES: 929 p.
- Quiroz, A.; Marin, D. 2007. Eficiencia de uso de N-P-K en una asociación de maíz (*Zea mays* L.) y quinchoncho (*Cajanus Cajan*) con o sin fertilización. (en línea) Cabudará, VE. Consultado 02 oct.2009. Disponible en: [redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=85719201](http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=85719201)
- Rivas, C. 2005. Rendimiento del maíz blanco duro (Guarani 112) a diferentes densidades y época de siembra en el distrito de Caazapá. Tesis. (Ing. Agr) Caazapá, PY: FCA-UNA 36 p.
- Ruiz, J.; Loaeza, G. 2003. Evaluación de abonos verdes en asociación con maíz de temporal en los valles centrales de Oaxaca, México. Oaxaca, México.
- Tedesco, M., Gianello, C., Bissani, C., Bohnen, H., Volkweiss V. 1995 Analise de solo, plantas e outros materiais. 2da ed. Porto Alegre, BR: Departamento de Solos, UFRGS. 152 p.
- Scheffer, S.; Branda, B.; Rivelli, E.; Morel, G. 1985. Cumandá yvyrá'i o guandul, su posible utilización como alimentos para animales domésticos. San Lorenzo, PY: JICA/Dpto. de Nutrición Animal, FCV, UNA 9 p.