

Comportamiento en consorcio de diferentes especies de brachiaria (*Brachiaria sp*) con cultivo de maíz (*Zea mays*)

Behavior in consortium of different species of brachiaria (*Brachiaria sp*) with corn cultivation (*Zea mays*)

DOI: 10.34188/bjaerv4n2-030

Recebimento dos originais: 04/01//2021

Aceitação para publicação: 31/03/2021

Orlando Ortiz Acosta

Master of Science en Metodología de la Investigación por la Universidad Nacional del Este, Paraguay

Institución: Facultad de Ingeniería Agronómica Universidad Nacional del Este (FIA UNE)

Dirección: Ruta PY 02 Km 17 Minga Guazú, Alto Paraná, Paraguay

Correo electrónico: orlantizpy@yahoo.com

Simeón Aguayo Trinidad

Master of Science en Biotecnología por el Instituto de Biotecnología - Universidad de Granada, España/ Master of Science en Fitosanidad por Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

Institución: Facultad de Ingeniería Agronómica Universidad Nacional del Este (FIA UNE)

Dirección: Ruta PY 02 Km 17 Minga Guazú, Alto Paraná, Paraguay

Correo electrónico: aguayotrinidad@gmail.com

Oscar A. Molas Buscio

Master of Science en Nutrición Animal y Pastura por la Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz" Universidad de Sao Paulo, Brasil

Institución: Facultad de Ingeniería Agronómica Universidad Nacional del Este (FIA UNE)

Dirección: Ruta PY 02 Km 17 Minga Guazú, Alto Paraná, Paraguay

Correo electrónico: molasbuscio@hotmail.com

RESUMEN

Se ha visto la necesidad de asociar dos rubros en un mismo espacio y tiempo por el auge de la ganadería y sin desconocer lo que genera los rubros agrícolas (soja-maíz y otros) de importancia comercial, donde producir en la misma superficie forrajes para ganado en un periodo del año y también cultivar especie agrícola para el mejor aprovechamiento de los recursos sería un sistema de producción con integración agrícola pecuaria. Así determinar el rendimiento en ensilaje (estado harinoso) y el rendimiento de grano del maíz asociado con las diferentes especies de *Brachiaria*. Se desarrolló en el Campo experimental de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Este ubicado en la ciudad de Minga Guazú departamento del Alto Paraná, Paraguay. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con siete tratamientos T1: Maíz (Testigo), T2: *Brachiaria ruziziensis* asociado con maíz, T3: *Brachiaria ruziziensis*, T4: *Brachiaria decumbens* asociado con maíz, T5: *Brachiaria decumbens*, T6: *Brachiaria brizantha* asociado con maíz y T7: *Brachiaria brizantha* y 4 repeticiones. La producción de maíz no fue afectada por la asociación de especies por lo que no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Aun así, se puede demostrar un incremento en el rendimiento en ensilaje (maíz picado con especies de *Brachiaria*) en las parcelas asociadas en comparación al testigo (sembrado 27 diciembre) T1 44.046 Kg/ha, T2

47.963 Kg/ha, T4 45.467 Kg/ha, T6 49.675 Kg/ha son 5.629 kg/ha equivalente a 12,7 % a más que el testigo. Además, en rendimiento de grano de maíz T1 5.582 Kg/ha, T2 7.386 Kg/ha, T4 6.738 Kg/ha, T6 6.664 Kg/ha aumento en 1.082 kg/ha y 1.804 kg/ha lo que correspondería a un 19,3 % y 32,3 %. La asociación de maíz con especies forrajeras, es una buena alternativa para el establecimiento de pasturas y brindar cobertura al suelo, así también permite una buena producción de maíz en ensilaje y granos en el mismo espacio y tiempo. Por el incremento de la productividad por área, sería una alternativa en un establecimiento optar por la integración agrícola y pecuaria.

Palabras claves: Integración agrícola pecuaria, *Brachiaria* sp, *Zea mays*

ABSTRACT

It has been seen the need to associate two items in the same space and time by the boom of livestock and without knowing what generates the agricultural items (soya-corn and others) of commercial importance, where to produce in the same area fodder for cattle in a period of the year and also to cultivate agricultural species for the better use of the resources would be a system of production with agricultural livestock integration. Thus determine the yield in silage (flour state) and grain yield of maize associated with the different species of *Brachiaria*. It was developed in the experimental field of the Faculty of Agronomic Engineering of the National University del Este located in the city of Minga Guazú department of Alto Paraná, Paraguay. Randomized complete block design was used, with seven treatments T1: Maize (Control), T2: *Brachiaria ruziziensis* associated with corn, T3: *Brachiaria ruziziensis*, T4: *Brachiaria decumbens* associated with corn, T5: *Brachiaria decumbens*, T6: *Brachiaria brizantha* associated with corn and T7: *Brachiaria brizantha* and 4 repetitions. Maize production was not affected by the association of species, so there were no significant differences between treatments. Even so, an increase in silage yield (chopped maize with *Brachiaria* species) can be demonstrated in the associated plots compared to the control (sown 27 December) T1 44.046 Kg/ha, T2 47.963 Kg/ha, T4 45.467 Kg/ha, T6 49.675 Kg/ha are 5.629 kg/ha equivalent to 12.7 % more than the control. In addition, in maize grain yield T1 5,582 Kg/ha, T2 7,386 Kg/ha, T4 6,738 Kg/ha, T6 6,664 Kg/ha increased by 1,082 kg/ha and 1,804 kg/ha which would correspond to 19.3 % and 32.3 %. The association of maize with forage species, is a good alternative for the establishment of pastures and provide cover to the soil, so also allows a good production of corn in silage and grains in the same space and time. For the increase of productivity by area, it would be an alternative in an establishment to opt for agricultural and livestock integration.

Keywords: Livestock agricultural integration, *Brachiaria* sp, *Zea mays*

1 INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente demanda de productos de origen animal y vegetal, el sector agrícola y pecuario encuentra muy importante optar por un sistema que ayude a mejorar la productividad de manera sustentable, buscando combinar todos los factores involucrados en el proceso de la producción y de esa manera lograr resultados favorables.

En este contexto, la consorciación de la actividad agrícola con la pecuaria es una de las alternativas válida para maximizar los beneficios económicos, reduciendo los costos de implantación de la pastura, ya que el productor puede comercializar su grano de maíz y podría cubrir

parte y/o la totalidad de lo invertido por la pastura. Es decir, producir más alimentos en menos superficie y bajo condiciones adversas es una contante, más aún en la pecuaria, que va buscando nuevos sitios para expandirse. Los conceptos básicos de la agricultura aplicados a la ganadería generan un impacto positivo en la pecuaria moderna, con el propósito de elevar la productividad por área, siendo este factor de vital importancia para una unidad productiva, por lo tanto, es importante optar por la consorciación agrícola y pecuaria en un mismo espacio y superficie del establecimiento agropecuario.

Además vale destacar que, el auge de la ganadería que va ganando cada vez más importancia y sin que ésta práctica sea en detrimento de los rubros agrícolas (soja-maíz), de tal manera, ésta investigación se fundamenta en la productividad, es decir producir en el mismo sitio y superficie, forrajes para ganado en un periodo del año (sistema santa fe; cultivo de maíz con brachiaria), así se fortalece el periodo crítico de la producción forrajera, también este sistema permite destinar cierto porcentaje del terreno a cultivo de soja generando ingreso y/o beneficio en la unidad productiva. De esta manera esta investigación entregará respuestas a dos sectores de gran importancia de la cadena agro-industrial y comercial del país.

Por lo tanto, los propósitos de esta investigación concuerdan con lo reportado por los investigadores Zonta et al., (2016), que una agricultura de integración no es tarea fácil, pero es una excelente alternativa para la recuperación de áreas degradadas, optimizando el uso de suelo con buena productividad de granos en áreas de pasturas.

La intensificación del uso de la tierra, integrando las actividades de la agricultura y pecuaria, se ha mostrado como opción viable en diversas áreas agrícolas. La diversificación de las actividades permite la rotación de cultivos con la soja, el arroz, el maíz, el sorgo y el girasol y además una mejor alimentación del ganado durante el período seco de entre zafra (Franchini et al., 2010).

Una de las modificaciones dentro de la producción intensiva es la incorporación al suelo de fertilizantes mejorados, ya que la utilización de nutrientes del suelo es excesiva, sin embargo, con el tiempo se fueron manifestando los efectos negativos, entre ellos la degradación y contaminación de los suelos ocasionando cambios en las propiedades químicas de los mismos y en cierta medida a la contaminación atmosférica.

El sistema integración agrícola pecuaria radica en el manejo de diferentes sistemas productivos de granos, fibras, carne, leche y agro energía, implantados en la misma superficie, en consorcio, en rotación o en sucesión buscando optimizar el uso del suelo, con la producción de granos en áreas de pasturas, y mejorar la productividad de los pastos como consecuencia de su renovación por el aprovechamiento de la fertilización residual del cultivo, posibilitando mayor y

mejora en el ciclo de los elementos nutricionales y por ende, el incremento de la materia orgánica del suelo, (Zonta et al., 2016).

Actualmente se incrementa el interés por el cultivo consorciado de plantas productoras de granos con forrajeras, hasta en un sistema siembra directa tuvo incremento significativo, las explicaciones para este hecho se pueden atribuir a dos características: la baja producción de rastrojos en el período de otoño/invierno e invierno/primavera de las especies utilizadas para abonos verdes y la cobertura del suelo debido a condiciones climáticas desfavorables; y la alta probabilidad de fracaso de los cultivos de segunda zafra, llevando a muchos agricultores a optar por no cultivar sus áreas en ese período, permaneciendo ociosas durante hasta siete meses del año y con baja cobertura vegetal, (Costa Crusciol; Borghi, 2007).

La consorciación agrícola pecuaria se puede practicar en diferentes ecosistemas y es un modelo de integración de la agricultura y pecuaria o especies asociadas, en rotación o no, o además sistemas mixtos, con alternancia de periodos de agricultura y pecuaria, en una misma área, (Gonçalves; Franchini, 2007).

Existen varias experiencias de agricultores describiendo efectos como reducción de crecimiento, amarillamiento y disminución en la producción de los cultivos, sin embargo, este hecho no es observado cuando se adopta el sistema de siembra directa, utilizándose rastrojo de *Brachiaria spp.* como cobertura muerta (Maciel et al., 2003).

El sistema de la integración agrícola-pecuaria son alternativas de manejo que concilian el mantenimiento e incluso una mejora sustancial de la producción, por lo tanto, con una mayor racionalidad de los insumos empleados, de tal manera se optimiza los recursos de producción y por consecuencia la maximiza el beneficio (Santos et al., 2008).

Para la elección de los cultivos que va componer los modelos de producción diversificados, en primer lugar se debe tener en cuenta, las aptitudes agrícolas definidas por las condiciones locales de clima, suelo y topografía, y en segundo lugar el punto de vista económico, la toma de decisiones con respeto a la sustitución de un cultivo por otro se debe considerar no solamente la comparación directa de la rentabilidad de cada uno, sino también el potencial de aumento en la productividad y la reducción de costos en ambos cultivos, proporcionados por la mayor diversificación (Debiasi et al., 2015). Por lo tanto, una investigación por cada ecorregión permitirá elegir como alternativa de maximizar la producción de la unidad agropecuaria sustentable.

Uno de los objetivos del sistema de la consorciación agrícola pecuaria, es recuperar o reformar unidad productiva improductiva, es decir producir pastos, forrajes y rastrojos para la producción de granos en el sistema agropecuario, debido a que es uno de los rubros que pueden ayudar a solventar los costos de la recuperación de pasturas degradadas (Zonta et al., 2016).

Dependiendo de la región, en función de las clases de suelos y de las condiciones climáticas, es posible integrar una gran variedad de especies agrícolas y forrajeras (Gonçalves; Franchini, 2007). El mismo autor menciona que las ventajas ambientales son inmensas, porque además de la conservación de suelos, disminuye la contaminación de aguas de ríos, arroyos y lagos, el sistema asegura el uso racional y sustentable de las áreas agrícolas y de pasturas.

Cuando varias especies se integran, su respuesta a los factores ambientales es diferente que cuando las mismas especies son sembradas separadamente. Un rápido crecimiento y una mayor expansión de hojas y raíces se señalan como características importantes de plantas competidoras. Una planta que crece más rápido que su vecina utilizará una mayor cantidad de un determinado recurso disponible e incrementará su masa seca de manera que se convierte en ventaja para competir según Roush y Radosevich, citado por Clavijo, (1992).

La consorciación de cultivos proporciona más ventajas agronómicas y económicas que los monocultivos (Flesch, 2002). El cultivo consorciado es una oportunidad para aumentar la productividad sin aumentar en una misma área cultivada. En este sistema de cultivo la productividad de maíz no es afectada por la *Brachiaria* (Borghi & Costa, 2007).

La asociación del cultivo de maíz con los pastos es una opción de alta viabilidad para el establecimiento agropecuario, además permite renovación de praderas. Este sistema consorcio mejora la productividad del suelo, se obtienen mayores rendimientos de biomasa de pasto de mejor calidad, por lo tanto se beneficia el productor porque con la cosecha del cultivo cubre en gran medida los costos de la renovación de la pradera y tiene disponibilidad de mejores pastos. Este sistema presenta una productividad animal mayor en un tiempo más corto según Kluthcouski y Aidar citado por Rincón; Ligarreto & Sanjuanelo, (2007). También se puede experimentar diferentes prácticas agronómicas que logra favorecer los rendimientos de granos y de forrajes de estos cultivos en sistemas de consorciación (Motta, 2009).

El establecimiento o recuperación de praderas con el cultivo de maíz trae beneficios económicos al productor porque el establecimiento de las praderas se hace con menores costos, gracias al ingreso obtenido por la cosecha del cultivo de maíz y la productividad animal se aumenta por la mayor disponibilidad de forraje de mejor calidad, gracias a los insumos aplicados a la asociación (Rincón, 2004). Este reporte coincide por lo mencionado por Ceccon, (2011), donde este autor asegura que, la productividad de masa de la forrajera se incrementa después de la cosecha del maíz, las condiciones ambientales pueden incidir en el desenvolvimiento de la forrajera.

Es muy importante destacar que, no presenta diferencia de productividad del maíz entre la siembra simultánea con la especie forrajera con el cultivo de maíz y/o con la siembra después de la emergencia. El maíz presenta mayor tasa de crecimiento en el inicio del desenvolvimiento en

comparación con la forrajera, que garantiza el éxito de la siembra simultánea de las dos especies. Al contrario del maíz la producción de la forrajera es extremadamente afectada por la época de implantación. En los trabajos realizados que la producción de la forrajera disminuye significativamente a medida que se atrasa la introducción de la forrajera en el consorcio (Costa et al, 2006).

De esa manera con sucesión de periodos de agricultura y pecuaria, en una misma área se puede lograr el aumento de la productividad en la ganadería, expresado en mayor índice de kilogramos de carne por hectárea al año y en los rubros agrícolas mayores rendimientos ubicados por encima de los sistemas convencionales. Por ende se ve la necesidad de crear un sistema de integración agrícola pecuario que pueda contribuir tanto en la sustentabilidad de la producción de cultivos de importancia económica, como también en el mejoramiento de pasturas degradadas y mantener o mejorar una de las características del suelo.

Para lo cual se propuso evaluar el comportamiento en consorciación de diferentes especies de brachiaria (*Brachiaria* sp) con cultivo de maíz (*Zea mays*).

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: El ensayo se realizó en el Campo experimental de la FIA UNE ubicado en el km 26 de la Ruta Internacional N° PY02, distrito Minga Guazú Alto Paraná. El tipo de suelo es considerado desde el punto de vista edáfico como *Rhodic Kandiudox* (Oxisol). De la familia arcillosa muy fina, paisaje tipo lomada, de origen basalto, relieve de 0 a 3%, drenaje bueno y la pedregosidad es nula, (López et al, 1995).

Clima: En este punto de la región caracteriza predominante por ser de clima húmedo con una media anual entre 1700 mm de precipitación y 22° C de temperatura media anual, con ocurrencia de heladas periódicas en los meses de mayo a septiembre.

Diseño experimental: El diseño experimental que se implemento fue el diseño de bloques completos al azar con 7 tratamientos y 4 bloques totalizando unas 28 unidades experimentales.

Establecimiento del experimento: Preparación de terreno, se estableció la parcela sobre rastrojo de un cultivo anterior de soja (*Glycine max*). Fertilización, Al momento de la siembra se aplicó en el surco del maíz los fertilizantes a una profundidad de 4 a 6 cm en relación a la semilla de maíz, según reporte de Kluthcouski et al, (2000).

Tratamientos: la distribución de los tratamientos fue de la siguiente manera

T1: Maíz

T2: *Brachiaria ruziziensis* asociado con maíz

T3: *Brachiaria ruziziensis*

T4: *Brachiaria decumbens* asociado con maíz.

T5: *Brachiaria decumbens*

T6: *Brachiaria brizantha* asociado con maíz.

T7: *Brachiaria brizantha*

En este apartado se describen las características y disposiciones de los tratamientos, fueron considerados testigos las parcelas de maíz y las diferentes especies de *Brachiaria* sin asociación, la densidad utilizada fue, distancia entre líneas de maíz de 45 cm y 3 cm de profundidad de siembra. Las especies de *Brachiaria* igualmente con una distancia entre líneas de 45 cm y a una profundidad máxima de 2 cm recomendados por los autores Araujo & Domingos (2002). Cada unidad experimental de maíz y las especies de *Brachiaria* para testigo tuvieron 23 líneas cada una.

Siembra: La especie de maíz que fue sembrado es MAZPAR 577, las semillas de maíz Mazpar MP 577 son semillas de Alta Tecnología, con óptima tolerancia a hongos, brindando fortalezas en la Sanidad de la Planta, destacando sus puntos fuertes en Estabilidad y Productividad. Siendo sus principales características: Ciclo: Precoz siendo una gran tecnología alta, de porte con altura promedio de 2,20 metros, tipo de grano semi-duro, se recomienda una densidad a cosecha entre las 52.000 a 54.000 pl.ha⁻¹, siendo un material de mucha estabilidad y de alta productividad, con un sistema radicular profunda, además vale destacar que es tolerante al herbicida nicosulfurón. Se recomienda como fecha recomendada para siembra zafriña: en el Sur: 01 de enero a 10 de febrero y en el Norte: 01 de enero a 15 de febrero, (CADEC, 2017).

La semilla de las especies de *Brachiaria* fueron sometidas previamente a la prueba de pureza y germinación a fin de determinar el valor cultural de las mismas para luego determinar el kg/ha a ser sembrado.

En medio de las líneas de maíz se estableció las especies de *Brachiaria* utilizando el método de siembra a chorrillo en líneas en forma manual a una profundidad de 3-4 cm (Landers, 2007). En cada unidad experimental en asociación se establecieron 22 líneas de *Brachiaria* y 23 líneas de maíz.

Manejo y cuidados culturales: Para el control de plagas y enfermedades se utilizaron productos químicos recomendados conforme al requerimiento y siguiendo las indicaciones técnicas del producto a utilizar. El control de malezas fue realizado en forma manual y con herbicida selectivo acorde a la exigencia de los cultivos en consorcio.

Corte y cosecha del maíz: El corte de maíz se realizó de las plantas de maíz cuando este alcanzó su estado harinoso para el ensilaje y la cosecha de las mazorcas de maíz se realizó en forma manual cuando las espigas alcanzaron su madurez fisiológica.

Corte de las especies de Brachiaria: El corte de las pasturas en asociación se realizó después de la cosecha del grano de maíz simulando el pastoreo de formación (Kluthcouski et al, 2000). Este corte de las pasturas se efectuó conforme a la exigencia de cada especie.

La altura de corte para las especies de Brachiaria fue de 30 cm (Rincón, 2011). El corte se realizó para evaluar las especies, Brachiaria brizantha, Brachiaria ruziziensis y Brachiaria decumbens.

VARIABLES EVALUADAS

Rendimiento en ensilaje (estado harinoso): se cortó de la parcela útil las plantas de maíz cuando estuvo en su estado harinoso o lechoso a fin de evaluar la producción de materia verde por has de producción de para ensilaje, la cual se realizó el picado en una forrajera.

Rendimiento de grano de maíz: Para la determinación del rendimiento del grano de maíz se procedió a recolectar en forma manual las mazorcas de la parcela útil de cada unidad experimental que contó con las siguientes dimensiones 2,25 x 3,5 (8,43m²), luego se realizó el pesaje utilizando una balanza electrónica. Para esta variable la cosecha se realizó en su madurez fisiológica para su posterior desgranados de todas las mazorcas del cultivo del maíz perteneciente a parcelas útiles de cada tratamiento, para el mencionado proceso se utilizó una máquina desgranadora.

Diámetro de tallo de la planta de maíz (cm): para determinar esta variable se procedió a cosechar de 5 plantas al azar de la parcela útil, para lo cual se utilizó una cinta métrica.

Peso de mazorca (gr): para esta variable se colectaron en forma al azar 10 espigas correspondientes a la parcela útil de cada unidad experimental y de tal manera para se obtuvo un promedio del peso para cada caso.

Diámetro de mazorca (cm): para medir el diámetro de la espiga fue utilizado una cinta métrica, se midió la parte media de la espiga, al igual que la variable anterior se eligió al azar 10 mazorcas que fueron cosechadas de la parcela útil.

Longitud de la espiga (cm): la medición fue realizada desde la base hasta el ápice de la espiga utilizando un flexómetro para una precisión de la misma.

Materia verde de las especies de Brachiaria en Kg/ha: Para la determinación de materia verde fue realizado el corte de la forrajera en la parcela útil de cada unidad experimental, cuyas

dimensiones fue de 2,25 x 3,5 (8,43m²), las muestras fueron pesadas de forma separada en una balanza electrónica.

Materia seca de especies de Brachiaria en Kg/ha: Para la determinación del rendimiento de la materia seca se realizó el mismo proceso que fue efectuado para la determinación de la materia verde, pero en este caso se extrajo una sub muestra de 300 gr de todas las muestras y se procedió al secado de las mismas en una estufa a una temperatura de 65°C, durante 72 horas.

Proteína Cruda: esta variable fue medida a través de muestras representativas de cada tratamiento de los cultivos en consorcio, según su contenido en nitrógeno convertido en base de un factor proteico de corrección: Nx6,25.

Análisis y método estadístico: Para el análisis de todos los datos obtenidos se utilizó el análisis de varianza (ANAVA) para Diseño de bloques completos al azar a través de software AGROESTAT 1.1.0.712 rv 77 Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agronômicos (Barbosa & Maldonado, sf), y la comparación de medias a través del Test de Tukey.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de las variables estudiadas en el presente trabajo de investigación.

3.1 RENDIMIENTO EN ENSILAJE (ESTADO HARINOSO) PICADO Y EN GRANOS DEL CULTIVO DE MAÍZ

En la Tabla 1 se puede observar el rendimiento en ensilaje (estado harinoso) picado según los tratamientos establecidos, se demuestra que no hay diferencia significativa entre los tratamientos según el análisis de varianza (ANAVA).

La asociación de maíz con *Brachiaria* se caracterizó por presentar valores más altos en rendimiento de ensilaje en relación al testigo (T1: Maíz) presentando 44.046 kg/ha de ensilaje picado y el *Brachiaria decumbens* asociada con maíz con 45.467 kg/ha 1.421 kg.ha⁻¹ más frente al testigo, lo sigue *Brachiaria ruziziensis* asociada con maíz con 47.963 kg.ha⁻¹ superior en un 3.917 kg/ha, y el mayor rendimiento logró *Brachiaria brizantha* asociada con maíz con 49.675 kg.ha⁻¹, por lo tanto son 5.629 kg.ha⁻¹ superior frente al testigo equivalente a l 12,7 % a más que el testigo, Maíz sin ningún tipo de *Brachiaria*. Lo que demuestra cualquier tipo de consorciación aumenta

considerablemente el rendimiento con relación a lo que cultivan maíz solo, destinada a la producción de ensilaje.

Según Demanet y Canales (2020) en la zona templada los resultados experimentales y de campo han demostrado que el rendimiento promedio que puede alcanzar un híbrido en condiciones de siembra convencional y nutrición equilibrada es de 24 ton MS/ha con un rango de 18 a 32 ton MS/ha.

Tabla 1: Rendimiento en ensilaje (estado harinoso) picado y en granos del cultivo de maíz. Minga Guazú.

Tratamientos	Rendimiento en ensilaje kg/ha	Rendimiento de maíz kg/ha
T1 Maíz	44.046	5.582
T2 <i>Brachiaria ruziziensis</i> asociada con maíz	47.963	7.386
T4 <i>Brachiaria decumbens</i> asociada con maíz	45.467	6.738
T6 <i>Brachiaria brizantha</i> asociada con maíz	49.675	6.664
	C. V: 19,71 %	C. V: 25,86 %

También se puede observar en la Tabla 1 el rendimiento del cultivo de maíz según los tratamientos establecidos, se demuestra que no hay diferencia significativa entre los tratamientos según el análisis de varianza (ANAVA). La asociación de maíz con *Brachiaria ruziziensis* se caracterizó por presentar valores más altos en rendimiento de grano en relación al testigo (T1: Maíz) presentando 7.386 kg/ha de grano y el testigo 5.582 kg/ha, sin embargo, las diferencias observadas no fueron significativas cuando el cultivo se estableció sin asociar o asociado con las tres especies de *Brachiaria*.

Pero asociado se puede demostrar que aumentó considerablemente su rendimiento entre 1.082 kg.ha⁻¹ y 1.804 kg.ha⁻¹ lo que correspondería a un 19,3 % y 32,3 % respectivamente frente al Testigo, con la asociación con especie de *Brachiaria* con el maíz incrementa el rendimiento de maíz sin afectar su desarrollo y producción. Borghi & Costa, (2007) luego de realizar un trabajo de investigación que lleva como título productividad del maíz, espaciamiento y modalidad de consorciación con *Brachiaria brizantha* en un sistema de siembra directa afirmó que el cultivo consorciado es una oportunidad para aumentar la productividad sin aumentar el área cultivada, en este sistema de cultivo la productividad de maíz no es afectada por la *Brachiaria*.

Según Richart, *et al.*, (2010) la siembra simultanea del maíz con *Brachiaria ruziziensis* permitiría la producción de grano y el establecimiento de la pastura, el mismo comportamiento fue observado en la presente investigación.

3.2 DIÁMETRO DE TALLO DE LA PLANTA DE MAÍZ Y LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL MAÍZ

En esta variable diámetro de tallo no registró una diferencia significativa entre los tratamientos. El T2 (Maíz asociado con *Brachiaria brizantha*) presentó el menor diámetro de tallo de las plantas de maíz, esto puede deberse al hábito de mayor y más rápido crecimiento diferenciado de la *B. brizantha* en comparación con las otras *Brachiarias* utilizadas para la asociación. En el presente experimento la estructura vegetativa de la *Brachiaria brizantha* en primer lugar se desarrolla tipo rastrero por el suelo y luego se levanta cubriendo totalmente el suelo formando una pastura densa que oprime al tallo de maíz a diferencia de la otras *Brachiaria*. Según Guiot, (2001) la *Brachiaria decumbens* tiene un crecimiento decumbente y amacollado. Estas dos especies dan más espacio a los tallos de maíz para su desarrollo por presentar menor densidad y presión que la *Brachiaria brizantha*.

El diámetro del tallo es un parámetro de gran importancia en las plantaciones de maíz, ya que influye sobre el acame de los tallos cuando son afectados por fuertes vientos según Zaharan y Garay citados por Vázquez y Ruiz, (1993). También el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo donde la resistencia que presenta la planta de maíz al acame depende en gran medida del diámetro del tallo, lo que es afirmado por Torres, (1993).

En los componentes de rendimiento de maíz el peso de mazorca (peso/planta), diámetro de mazorca (cm) y longitud espiga (cm) no se observó diferencias significativas entre los tratamientos. Estas variables tienen relación con que no se haya presentado diferencias entre los tratamientos en el rendimiento del grano.

Lo que demuestra que no fueron afectadas por la asociación con las especies forrajeras manteniendo así sus características en cuanto a la mazorca.

Tabla 2. Diámetro de tallo de la planta de maíz y los componentes de rendimiento de maíz. Minga Guazú.

Tratamientos	Diámetro tallo de maíz (cm)	Componentes de rendimiento		
		Peso Mazorca (gr)	Diámetro Mazorca (cm)	Longitud Espiga (cm)
T1: Maíz	7,53	127,6	13,62	13,9
T2: Maíz asociado con <i>B. ruziziensis</i>	8,15	170,3	14,6	16
T3: Maíz asociado con <i>B. decumbens</i>	8,10	159,1	14,45	15,24
T4: Maíz asociado con <i>B. brizantha</i>	7,36	155,5	14,71	14,7
	C. V: 11,08 %	CV: 30,83%	CV: 8,52 %	CV: 16,03 %

3.3 MATERIA VERDE Y MATERIA SECA DE LAS ESPECIES DE BRACHIARIAS

En la Tabla 3 se puede ver que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos según el análisis de varianza (ANAVA), y la comparación de medias indica que la mayor producción de materia verde sin la asociación de *Brachiaria ruziziensis* y *Brachiaria decumbens*. Sin embargo, la *Brachiaria brizantha* en cuanto a rendimiento de materia verde fue menor.

Tabla 3. Materia verde y materia seca de las especies de Brachiarias. Minga Guazú.

Tratamientos	Materia Verde Kg/ha	Materia seca Kg/ha
T3 <i>Brachiaria ruziziensis</i>	22.968	4.639
T5 <i>Brachiaria decumbens</i>	22.306	4.613
T7 <i>Brachiaria brizantha</i>	19.868	3.807
	C. V: 20,23 %	C. V: 15,32 %

Rodríguez; Rada & Colmenares, (2008) afirman que debido a la limitación en la capacidad fotosintética que ejerce la disminución de la luz sobre la gramínea, la radiación fotosintéticamente activa, es la variable que determinante al crecimiento y desarrollo de *B. decumbens* en asociación.

Según Ludlow *et al.* y Shelton *et al.* citado por Pérez; Pezo & Arze, (1993) en general las gramíneas tropicales tienen a presentar un menor crecimiento en la sombra que en alta luminosidad.

La materia seca de las especies de Brachiarias no presentaron diferencias significativas según el análisis de varianza (ANAVA).

En la Tabla 3 de producción de materia seca muestra la comparación de medias que las especies *Brachiaria ruziziensis* y *decumbens* como mayores productividades de materia seca.

Cabe destacar que las especies de Brachiarias sin asociar presentaron mayores productividades y la capacidad de carga de las pasturas son mayores como puede observarse por la cantidad de pasturas disponible, así se muestra la producción de materia seca en cada tratamiento cada vez que las pasturas pueden ser aprovechadas para el pastoreo por los animales, según una carga animal adecuada de cada pastura.

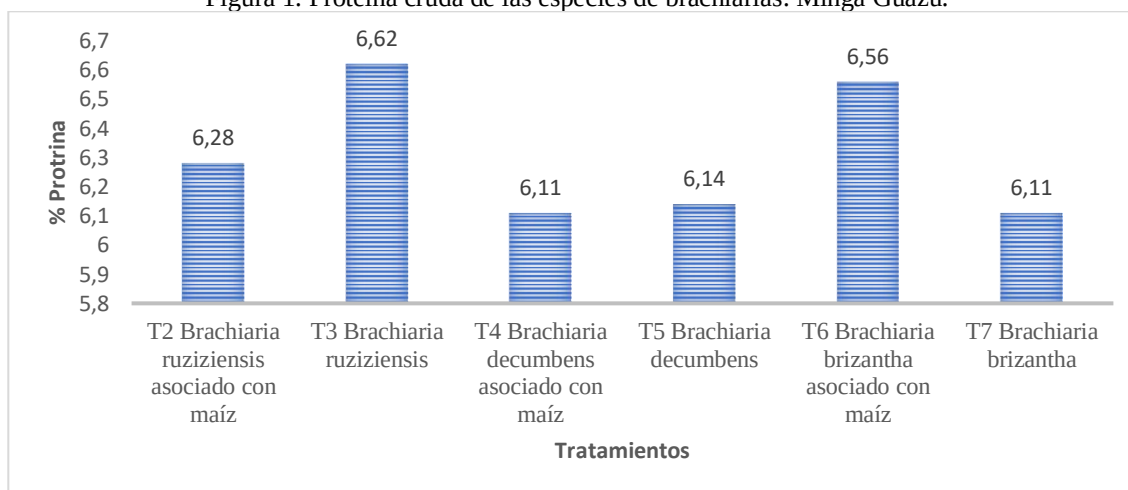
Según Miranda (2015) en un trabajo realizado pudo observar la carga animal por hectárea en unidad animal que las diferentes pasturas de brachiarias establecidas sin asociar o asociadas con el cultivo de maíz puede satisfacer con la producción de materia seca, las especies asociadas presentan una capacidad de carga de 109 (T2: *Brachiaria ruziziensis* asociada con maíz), 135 (T4: *Brachiaria decumbens* asociada con maíz), 170 (T6: *Brachiaria brizantha* asociada con maíz), como se puede ver las especies no asociadas presentan mayor capacidad de carga aumentando a 335 (T3: *Brachiaria ruziziensis*), 812 (T5: *Brachiaria decumbens*) y 914 (T7: *Brachiaria brizantha*). Todas las especies asociadas (T2, T4 y T6) se puede pastorear dos veces luego de la cosecha del maíz y así

también la *Brachiaria ruziziensis* (T3) sin asociación, la *Brachiaria decumbens* (T5) y *Brachiaria brizantha* (T7) sin asociación se puede pastorear 4 veces presentándose estas dos últimas pasturas disponibles para el pastoreo más rápidamente luego de la siembra de las mismas (febrero) y las especies asociadas y la *Brachiaria ruziziensis* sin asociación en un periodo más largo (abril).

3.4 PROTEÍNA CRUDA DE ESPECIES DE BRACHIARIAS.

La proteína cruda de las especies de *Brachiarias* no presentó diferencia significativa en los tratamientos, demostrando de esta forma que su valor nutricional proteica no fue afectada por los diferentes tratamientos aplicados en el estudio de consorciación de los cultivos agrícola y especies forrajeras.

Figura 1. Proteína cruda de las especies de brachiarias. Minga Guazú.



4 CONCLUSIONES

Según los objetivos perseguidos se concluyen las siguientes:

Las variables, rendimiento en ensilaje (estado harinoso) picado y rendimiento del cultivo de maíz, con los tratamientos establecidos en esta investigación se demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos según el análisis de varianza (ANAVA). Lo que permite determinar que el sistema de consorcio no afecta negativamente a la productividad de manera independiente, por lo tanto, se puede establecer como una tendencia positiva como producción de los cultivos consorciados en forma colectiva en un mismo sitio y/o superficie, es decir la sumatorias de los rendimientos arrojan mejor producción que un monocultivo.

Además, se puede apreciar a la variable diámetro de tallo, tampoco registró diferencia significativa entre los tratamientos estudiados.

Por otro lado, los componentes de rendimiento de maíz, tales como, peso de la mazorca (peso/planta), diámetro de la mazorca (cm) y longitud de espiga (cm) no se observó diferencias significativas entre los tratamientos, esto podría tener relación directa con la variable rendimiento del grano.

La producción de materia verde y materia seca muestran medias de productividades mayores con las especies *Brachiaria ruziziensis* y *decumbens*.

También en la concentración de la proteína cruda de las especies de Brachiarias no presentó diferencia significativa en los tratamientos, demostrando de esta forma que su valor nutricional proteica no fue afectada por la consorciación de los cultivos agrícola y especies forrajeras.

La asociación de maíz con especies forrajeras, es una buena alternativa para el establecimiento de pasturas y brindar cobertura al suelo, así también permite una buena producción de maíz en ensilaje y granos en el mismo espacio y tiempo. Por el incremento de la productividad por área, sería una alternativa en un establecimiento optar por la integración agrícola y pecuaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Nacional del Este y por la financiación al Consejo Nacional Ciencia y Tecnología a través del Programa PROCIENCIA con recursos del Fondo para la Excelencia e investigación – FEEI del FONACIDE”. Código: PINV15-114.

REFERENCIAS

- Araujo, S; Domingos, O. (2002). *Aspectos Gerais das Braquiárias e Suas Características na sub-Região da Nhecolândia Pantanal*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Corumbá (Bra). Embrapa. 27p.
- Barbosa & Maldonado. (s.f.). *Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônomicos (AGROESTAT)*. FCAV - UNESP - Campus de Jaboticabal en línea 13-02-2019. Disponible en: <https://www.agroestat.com.br/>
- Borghi, E; Costa, C, (2007). *Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com Brachiaria brizantha em sistema plantio direto*. San Paulo (Bra). Universidade Estadual Paulista. 171p.
- CADEC. (2017)© Copyright. *Semillas de maíz*. MAZPAR. En línea (10-03-2019), disponible en: <https://www.cadec.com.py/productos/mazpar-mp-577>
- Ceccon, G. (2011). *Consórcio de milho safrinha com brachiaria ruziziensis em diferentes populações de plantas*. Disponible en: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50258/1/235-consorcio.pdf>. Consultado el 22 de julio del año 2014.
- Clavijo, J. (1992). *Análisis de crecimiento en malezas*. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 15 p
- Costa, R; Cobucci, T; Kluthcouski,j; Wruck, F; Cruz, J; Gontijo, M. (2006). *A cultura do Milho na Integração Lavoura-Pecuária*. Circular técnica. Embrapa. 12p.
- Costa Crusciol, C., & Borghi, E. (2007). *Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto*. Revista Plantio Direto(100), 6.
- Debiasi, H., Franchini, J., Balbinot Junior, A., & Conte, O. (Diciembre de 2015). *Diversificação de espécies vegetais como fundamento para a sustentabilidade da cultura da soja: Embrapa Soja* <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1036787/1/doc366OL.pdf>
- Demagnet F. & Canales C. (2020). *Manual del Cultivo de Maíz para Ensilaje*. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad de la Frontera. 56p.
- Franchini, J., Debiasi, H., Wruck, F., Araújo Skorupa, L., Wink, N., Guisolphi, I., y otros. (2010). *Integração Lavoura-Pecuária: Alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu*. Embrapa, 20 pag.
- Flesch, R. (2002). *Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão*. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v37n1/7547.pdf>. Consultado el 21 de octubre del año 2014.
- Guiot, J. (2001). *Manual de actualización técnica*. México D.F. (México). 64 pág.
- Gonçalves, S. L., & Franchini, J. C. (Septiembre de 2007). *Integração lavoura Pecuaria*. Embrapa, 8.

Kluthcouski, J; Cobucci, T; Adair, H; Yokomaya, L; De Oliverira, I; Costa, J; Silva, J; Vilela, L; Barcellos, A; Magnabosco, C. (2000). *Sistema Santa Fé Tecnologia Embrapa Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas d e lavoura, nos sistemas plantio direto e convencional*. Circular Técnica / Embrapa. 28p.

Landers J., (2007). *Sistemas tropicales de agricultura-ganadería en la agricultura de conservación. La experiencia en Brasil*. FAO. Italia. 74 Pág.

López O., Gonzalez E., LLamas P., Molinas A., Franco E., Garcia S., Rios E. (1995). *Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay*. Volumen I. Asunción. Disponible en: <http://www.geologiadelparaguay.com/Estudio-de-Reconocimiento-de-Suelos-Regi%C3%B3n-Oriental-Paraguay.pdf>

Maciel, C., Corrêa, M., Alves, E., Negrisoli, E., Velini, E., Rodrigues, J., y otros. (2003). *Influência do manejo da palhada de capim-braquiária (brachiaria decumbens) sobre o desenvolvimento inicial de soja*. 9 pag.

Miranda Alcaraz, L.A. (2015). *Comportamiento de tres especies de Brachiarias (Brachiariasp) en monocultivo y asociado con maíz (Zea mays L.)*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica Universidad Nacional del Este. 62 pag.

Motta, M, (2009). *Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas*. Revista Brasileira de Zootecnia. Embrapa. 146p.

Perez, H. E; Pezo, D. A; Arze J. (1993). *Crecimiento de Brachiria brizantha y Brachiaria dictyoneura asociadas con soya (Glycine max L)*. Disponible en: http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Vol15_rev1_art2.pdf. Consultado el 7 de noviembre del año 2015

Rincón, A; Ligarreto, G; Sanjuanelo, D. (2007). *Crecimiento del maíz y los pastos (Brachiariasp.) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano*. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n2/v25n2a08>. Consultado el 23 de julio del año 2014

Rincon A. (2004). *Factores de Degradación y Tecnología de Recuperación de Praderas Llanos Orientales de Colombia*. 2ed. Corpoica. Colombia. 72 Pág.

Rodríguez, A; Rada, F; Colmenares Y. (2008). *Comportamiento ecofisiológico de Brachiaria decumbens en monocultivo y en asociación con Leucaena leucocephala*. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.=S0864-03942008000300003>. Consultado el 08 de noviembre del año 2015.

Santos, G., Da Silveira, P., Marchão, R., Becquer, T., & Balbino, L. (enero de 2008). *Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura*. Pesq. agropecueria brasileira, 43(1), 115-122.

Torres M. C. (1993). *Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y densidades sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del Maíz (Zea mays L.)*. Nicaragua. UNA. 30 P.

Vázquez G., J. y Ruiz G., O. M. (1993). *Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de*

maíz (*Zea mays* L.), Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.), Moench) y Pepino (*Cucumis sativus* L.). Nicaragua. UNA. 75 Pág.

Zonta, J., Sofiatti, V., Ferreira Da Silva, O., Nunes Ramos, E., Ferreira Barbosa, H., Cordeiro Junior, A., y otros. (2016). *Sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) para a Região Agreste do Nordeste*. Embrapa, 26.