



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**MODALIDAD TESINA**

## **TÍTULO DEL TRABAJO: “EVALUACIÓN DE UNA NUEVA LÍNEA GENÉTICA AVANZADA DE *STYLOSANTHES GUIANENSIS*”**

**AUTORA:**

QUINTANA VALOR, MELISA SOL

**ASESORA:**

ING. AGR. (DRA.) BRUGNOLI, ELSA ANDREA.

**LUGAR DE TRABAJO:**

CÁTEDRA DE FORRAJICULTURA.

CORRIENTES, AGOSTO 2021.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	2
<b>ANTECEDENTES</b> .....	3
<b>OBJETIVOS</b> .....	5
<i>Objetivo general</i> .....	5
<i>Objetivos particulares</i> .....	5
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	6
<i>Descripción del lugar</i> .....	6
<i>Material vegetal</i> .....	6
<i>Evaluación de variables agronómicas</i> .....	7
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	13
<b>CONCLUSION</b> .....	18
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	19

## RESUMEN

*Stylosanthes guianensis* se adapta a un amplio rango de condiciones climáticas y edáficas y presenta parámetros de calidad superiores a otras leguminosas tropicales. Las diversas especies del género *Stylosanthes* tienen su uso limitado como forrajera debido a las bajas temperaturas que producen una disminución en la producción de materia seca o la muerte de las plantas, limitando su comportamiento como una especie anual. El objetivo del presente trabajo fue evaluar una línea genética avanzada de *Stylosanthes guianensis* con potencial para cultivarse en la región subtropical húmeda y sea tolerante o resistente a bajas temperaturas y a antracnosis. El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 4 m x 2 m. Las semillas de F<sub>3</sub>, pertenecientes a una línea genética avanzada, se escarificaron a gabinete y se sembraron en el campo Didáctico Experimental de la FCA UNNE. Se evaluaron las siguientes variables: crecimiento inicial, ancho y largo de folíolos, sobrevivencia a bajas temperaturas, producción de biomasa, resistencia a antracnosis, producción y peso de semillas y porcentaje de nodulación, NDVI y NDRE. No hubo diferencias significativas en el crecimiento inicial entre el control y en F<sub>3</sub>. Referido a la altura, la media fue mayor en F<sub>3</sub> con 92,46 cm que en el control con 89,42. En cuanto a la producción aérea, no hubo diferencias significativas entre el control y F<sub>3</sub> (1273,12 kg MS/m<sup>2</sup> y 1056,25 kg MS/m<sup>2</sup>, respectivamente). La longitud de folíolos tampoco ha mostrado diferencias significativas entre tratamientos (medias de 4,42 cm en F<sub>3</sub> y 4,33 cm en Campo Grande). El ancho de folíolos mostró diferencias significativas entre tratamientos, siendo mayor en Campo Grande que en F<sub>3</sub> (medias de 0,79cm y 1,59cm respectivamente). Los valores de NDVI y de NDRE antes y después de la ocurrencia de las heladas no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Respecto a la producción de nódulos, en las dos profundidades evaluadas se hallaron diferencias significativas entre ambos genotipos, siendo superior el número de nódulos presentes en las raíces de F<sub>3</sub> respecto a Campo Grande. Los resultados mostraron que tanto la producción de forrajes como de semillas son similares entre el cultivar comercializado y la línea F<sub>3</sub> producida por el programa de mejoramiento. Sería de gran interés continuar con la evaluación de la nueva línea y ver su comportamiento luego del pastoreo.

## ANTECEDENTES

La producción ganadera en Corrientes es una de las actividades agropecuarias más importantes de la provincia por la superficie destinada a la actividad. Además, Corrientes representa el 10% de stock ganadero total del país (Sampedro y Calvi, 2018). La producción ganadera de Corrientes, así como en el NEA se realiza principalmente sobre campo natural. Los agroecosistemas naturales de nuestra región se encuentran dominados por especies de la familia Poaceae, los cuales presentan un ciclo de crecimiento primavera – estivo – otoñal. Siendo su producción generalmente, de baja calidad nutricional. La incorporación de pasturas cultivadas de leguminosas en el sistema podría significar una producción más constante en el tiempo y de mejor calidad.

En la mayoría de las *Fabaceae*, se produce la fijación biológica del Nitrógeno, por medio de la asociación simbiótica de sus raíces con bacterias del género *Rhizobium*, comúnmente denominado rizobio. Este proceso de fijación es de vital importancia ya que el nitrógeno es el nutriente más deficitario en ambientes agropecuarios, por lo que la incorporación de leguminosas a la producción animal constituye un factor decisivo para el uso más eficiente de los recursos naturales.

El género *Stylosanthes* Sw. de la familia *Fabaceae*, comprende 25 especies en Sudamérica, ubicándose como centro de origen de diversidad Paraguay y Brasil (Vanni, 2017). Este género tiene gran importancia para la producción de forraje, ya que se incluye especies de gran plasticidad, rusticidad (Bogdan, 1977), adaptadas a suelos de baja fertilidad, moderadamente ácidos (Schultze-Kraft y Giacometti, 1979), resistentes a sequía y a las bajas temperaturas que se dan en el invierno de regiones subtropicales (t Mannelje, 1977).

Uno de los cultivares más utilizados en el subtrópico de América del Sur es *Stylosanthes spp. cv. Campo Grande*, el cual se utiliza además de como forrajera, para la recuperación de suelos degradados por el pastoreo. Este cultivar fue obtenido por EMBRAPA Gado De Corte a partir de una mezcla física de semillas de *Stylosanthes capitata* y *Stylosanthes macrocephala*.

*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. es una especie perenne de crecimiento estival, la cual es apreciada por su excelente calidad en comparación a otras especies del mismo género (Ej.: *S. scabra* y *S. macrocephala*) (CIAT, 1988). Esta especie es de gran importancia por su utilización como forrajera principalmente en

Australia (Burt et al., 1980). Donde se la cultiva en zonas con déficit hídrico y baja fertilidad de suelo (Williams y Gardener, 1984), siendo su requerimiento en fósforo de 2 a 2,5 ppm (Muller, 1975). Sin embargo, una fertilización con fósforo podría duplicar la producción de biomasa y aumentar significativamente la concentración de fósforo en planta de 0.06% hasta más de 0.30% (t Mannetje, 1977).

Una de las principales limitaciones para el uso más amplio de *S. guianensis* como forraje subtropical en Australia y en otros lugares, es su susceptibilidad a la antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. También en América del Sur, las plantas de los cultivares comerciales australianos Cook, Endeavor y Schofield son afectados por esta enfermedad, comportándose como cultivares anuales (Miles y Lenné, 1984). Otra de las grandes limitaciones de la especie para ser cultivada en región subtropical, es la baja tolerancia al frío.

En un estudio realizado con 35 accesiones de 6 especies de *Stylosanthes* en Corrientes se observó que *S. guianensis* cv CIAT 184 y *S. guianensis* cv. Graham fueron las más destacadas en cuanto a rendimiento de materia seca, mostrando mayor persistencia y productividad en nuestra región húmeda subtropical (Ciotti et al., 1999). Sería de gran interés la incorporación de nuevos cultivares de *S. guianensis* que puedan ser cultivados en la región subtropical húmeda.

## OBJETIVOS

### *Objetivo general*

Evaluar una línea genética avanzada de *Stylosanthes guianensis* con potencial para cultivarse en la región subtropical húmeda.

### *Objetivos particulares*

- 1) Evaluar características agronómicas en una línea genética avanzada de *Stylosanthes guianensis*.
- 2) Comparar el comportamiento forrajero de una línea genética avanzada de *Stylosanthes guianensis* con el cultivar (Campo Grande), uno de los cultivares más utilizados en la región subtropical de América.
- 3) Lograr ejemplares que sean resistentes a las bajas temperaturas y a antracnosis.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Descripción del lugar*

La investigación se llevó a cabo en el Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, localizado a 27° 29' de latitud sur y 58° 18' de longitud oeste en la localidad de Corrientes. El suelo dónde se realizó la investigación corresponde a la Serie Ensenada Grande, clasificado como Psamaquent típico

### *Material vegetal*

Las semillas de *Stylosanthes guianensis* utilizadas en este trabajo son provenientes del programa de mejoramiento de especies forrajeras de la Facultad de Ciencias Agrarias y el IBONE. El programa comenzó con el cruzamiento controlado de los cultivares Endeavour, Cook, CIAT 184, CQ y Graham como parte del trabajo final de graduación de la Ing. Claudia Rodríguez con la finalidad de abrir la diversidad contenida en la especie. Los genotipos resultantes fueron seleccionados por origen híbrido, descartándose aquellos en los que no se pudo comprobar su origen híbrido (Aquino, 2016). La progenie F<sub>2</sub> de estos híbridos fueron cultivados a campo donde se realizaron diferentes evaluaciones agronómicas, entre ellas la tolerancia al frío en dos ciclos de crecimiento (Winter, 2019). Progenies de esas plantas (F<sub>3</sub>) son las que se utilizaron en este trabajo. Además, se utilizó como control el cultivar Campo Grande de *Stylosanthes spp.*

El diseño consistió en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue una parcela de 4 m x 2 m. La siembra fue realizada el 1 de noviembre de 2019 con dosificación manual a chorrillo (Imagen n°1). Cada parcela tenía una densidad de siembra de 25 kg ha<sup>-1</sup>. El desmalezado de las parcelas fue realizado manualmente cada semana hasta el día 50 de emergidas las plantas en el campo.



**Imagen 1.** Semillas de *Stylosanthes guianensis* dosificadas manualmente a chorrillo en el surco con una densidad de siembra de 25kg.ha<sup>-1</sup>.

### *Evaluación de variables agronómicas*

Se inició evaluando a campo el crecimiento inicial, evaluado a los 49 días de la siembra en las parcelas ubicadas en el Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE (Imagen n° 2). Esta variable fue evaluada mediante la observación visual y el empleo de una escala del 1 al 5. Primero, se identificaron las plantas correspondientes a los extremos, 1 y 5, donde el máximo valor correspondía al mayor crecimiento.



**Imagen 2.** Plantas F<sub>3</sub> en las parcelas, a los 48 días de realizada la siembra, momento en qué se procedió a evaluar crecimiento inicial

Además, para estimar el hábito de crecimiento, se midió la variable altura de plantas mediante el empleo de una regla graduada. Se procedió a colocar la regla en la mitad de la parcela y la medida se consideró hasta donde llegaban la mayoría de las plantas (Imagen n° 3). Se tomaron 3 mediciones al azar de cada parcela, y luego se promediaron estas alturas para lograr un valor representativo de altura en cada parcela.

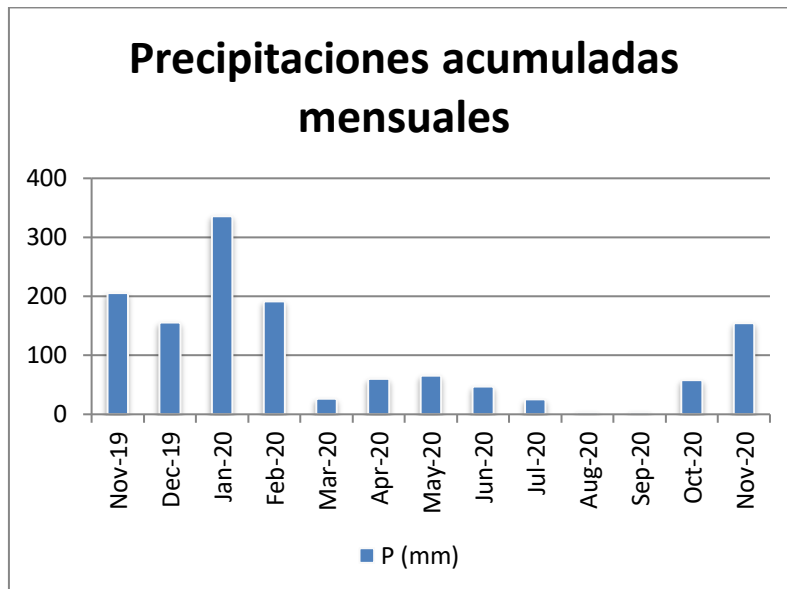


**Imagen 3.** Medición de altura de plantas de *Stylosanthes guianensis*, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.

A los 180 días de la siembra (30 de abril 2020), se calculó la producción de biomasa aérea de las plantas. Una superficie de 50cm de ancho por 200 cm de largo de cada parcela fue cortada hasta los 10 cm del nivel del suelo.

El material fue pesado, luego se tomó una submuestra, que también fue pesada. La submuestra se llevó a estufa a 65°C hasta peso constante. El peso de la muestra seca fue utilizado para estimar la biomasa total producida.

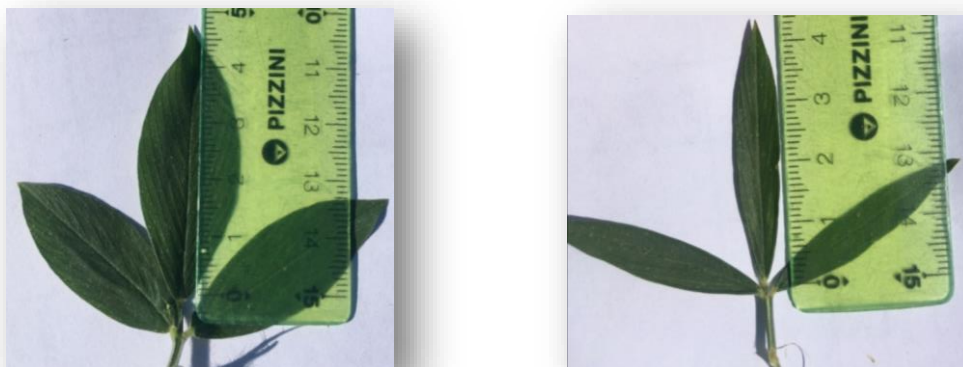
No fue posible registrar la tolerancia a la antracnosis, debido a que no se observaron síntomas de la enfermedad en ninguna de las plantas. Esto pudo ser porque el año de la investigación fue muy seco y no se dieron las condiciones predisponentes para que aparezca el agente causal de la enfermedad. (Imagen n° 4)



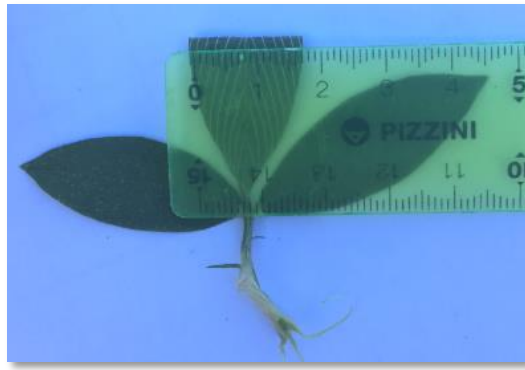
**Imagen 4.** Precipitaciones acumuladas mensuales expresadas en mm, para el año que se llevó a cabo la investigación, desde noviembre 2020 a noviembre 2021.

Variables morfológicas

El 27 de febrero de 2020, se procedió a tomar las medidas tanto del largo (Imagen n°5) como el ancho de los folíolos de las hojas. (Imagen n°6)



**Imagen 3:** Medición del largo de hoja trifoliolada de F<sub>3</sub> (derecha) y hoja trifoliolada de Campo Grande (izquierda).



**Imagen 4:** Medición de ancho de uno de los tres folíolos, formando una hoja de *Stylosanthes spp cv. Campo Grande* (control).

Respecto a la producción de semillas, se realizó la cosecha de todas las parcelas una vez transcurrido el pico de floración. Se consideró como el momento óptimo de cosecha cuando se desprendían dos semillas de la infrutescencia. Luego se procedió a la trilla (Imagen n° 7), soplado y peso del total de semillas.



**Imagen 5.** Trillador y tamices de la Cátedra de Forrajicultura de la Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE que fueron utilizados para trillar y separar las semillas de las inflorescencias.

Para calcular el peso de las semillas, primero se pesó el total de semillas producidas por parcela, luego se tomaron al azar 100 semillas, estas fueron pesadas y con dicho valor se realizó un promedio de peso de las 100 semillas.

Para poder determinar la sobrevivencia al frío se trabajaron y midieron dos índices: NDVI y NDRE. El NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) es un índice de vegetación que resulta de la combinación de los valores de reflectancia en dos rangos de longitud de onda, estando íntimamente relacionado con la cantidad y el estado de la vegetación en un área determinada de la superficie terrestre. Las plantas verdes absorben la mayor parte de la radiación incidente en el espectro visible y reflejan una parte significativa en el infrarrojo cercano. Por otro lado, si la diferencia entre la radiación reflejada en el infrarrojo cercano y visible es pequeña, es probable que la vegetación sea escasa, seca o inexistente.

Los valores de NDVI de una imagen varían de -1 a 1. Los materiales que reflejen con mayor intensidad en la porción del rojo en comparación con el infrarrojo próximo (nubes, agua y nieve) poseen NDVI negativo. Suelos descubiertos y rocas reflejan el rojo y el infrarrojo próximo con casi la misma intensidad, por lo que su NDVI se acerca a cero. La vegetación está asociada con valores positivos de NDVI. (Fernanda França Ferreira et al., 2017)

Descrito por primera vez por Rouse et al. en 1973, tiene la ventaja de que solo varía de -1 a +1. La ecuación es:  $NDVI = \frac{\text{Infrarrojo-rojo}}{\text{infrarrojo+rojo}}$

Mientras que el NDRE posibilita la visualización del contenido de clorofila en las hojas. Permite identificar áreas que podrían beneficiarse del análisis químico del suelo o que pueden tener requisitos adicionales de fertilizantes (especialmente de Nitrógeno) o pueden haber tenido una aplicación inadecuada de fertilizantes. Es más adecuado para estadios medios y tardíos de crecimiento, cuando los cultivos tienen acumulado altas concentraciones de clorofila en las hojas y la luz roja penetraría pobremente.

$$NDRE = \frac{\text{Infrarrojo} - \text{rojo cercano}}{\text{infrarrojo} + \text{rojo cercano}}$$

Se tomaron los valores, mediante el vuelo de un DRON, tanto de NDVI como de NDRE antes (6 de mayo de 2020) y después de que se registraran temperaturas menores a 10°C (10 de mayo de 2020), ya que por debajo de dicha temperatura se comenzarían a producir daños en *Stylosanthes guianensis*. (Imagen n°8)



**Imagen 6:** Plantas de *Stylosanthes guianensis* después del 10 de mayo de 2020 en el Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.

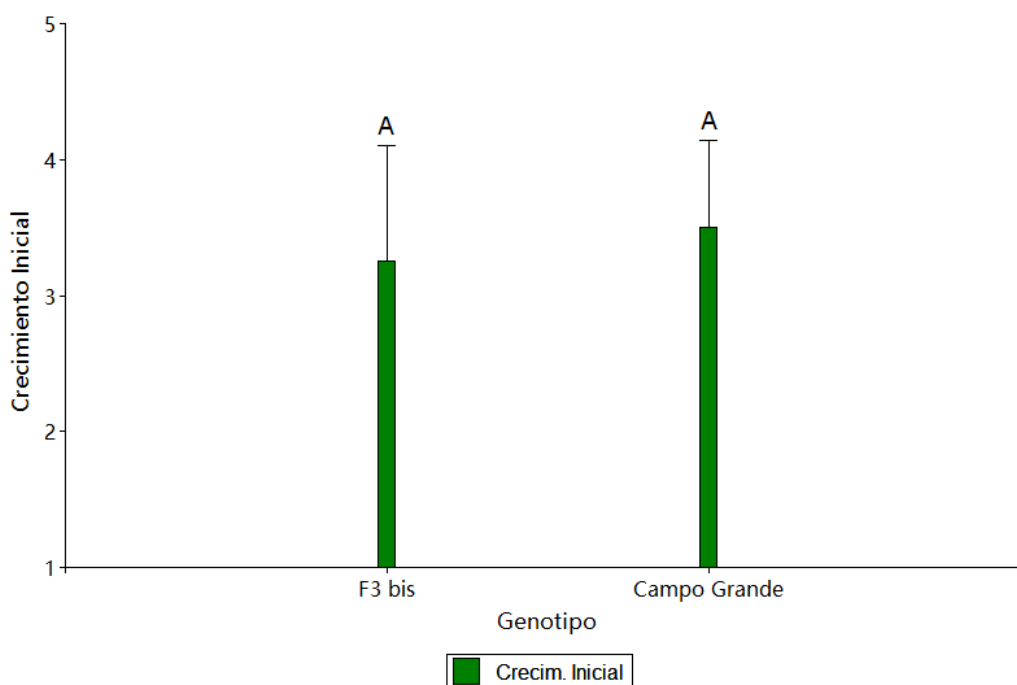
Se evaluaron 5 plantas por parcela para contabilizar en cada una de sus raíces cuántos nódulos había presentes. El número de nódulos fue tomado de los 0 a los 10cm de profundidad y de 10cm a 40cm de profundidad. Luego se realizó la sumatoria de los nódulos contabilizados a ambas profundidades.

Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y test de comparación de medias de Tukey, con la ayuda del programa INFOSTAT (Di Rienzo et al., 2008)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables agronómicas

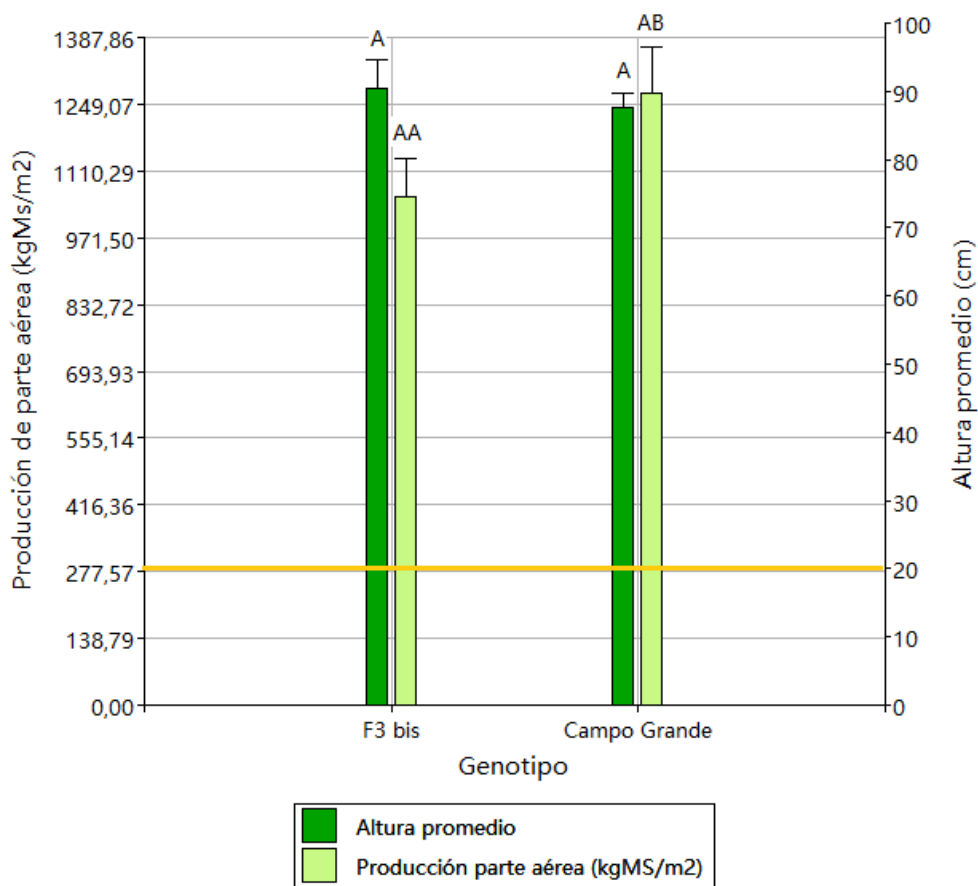
En el gráfico n° 1 se puede observar el crecimiento inicial, no hallándose diferencias significativas entre Campo Grande y F<sub>3</sub>, con medias de 3,50 y 3,25 respectivamente. Este resultado es positivo ya que significaría que la variedad mejorada sigue comportamientos similares al control, lo que indicaría que se establecería exitosamente en el campo en un primer momento, hay que tener en cuenta que esta variable es de crucial importancia a la hora de implantar una pastura, ya que su pronta implantación asegura una buena competencia contra las malezas y pudiendo ser aprovechada en menor tiempo por el animal para su consumo.



**Gráfico 1.** Crecimiento Inicial medio de F<sub>3</sub> y Campo Grande, evaluado a los 20 días de la siembra mediante observación visual con una escala del 1 a 5 (donde 5 corresponde al máximo crecimiento). Letras iguales muestran diferencias no significativas entre los genotipos ( $p < 0,05$ , Test de Tukey).

Con respecto a la altura de las plantas, F<sub>3</sub> no mostró diferencias significativas con respecto al control, Campo Grande, siendo de 92,46 cm y 89,42 cm respectivamente (Gráfico n° 3). Esta variable es importante desde el punto de vista forrajero, ya que se ha observado que una defoliación a los 20 cm de altura es lo ideal para una mayor producción de forraje (Ciotti et al., 2010)

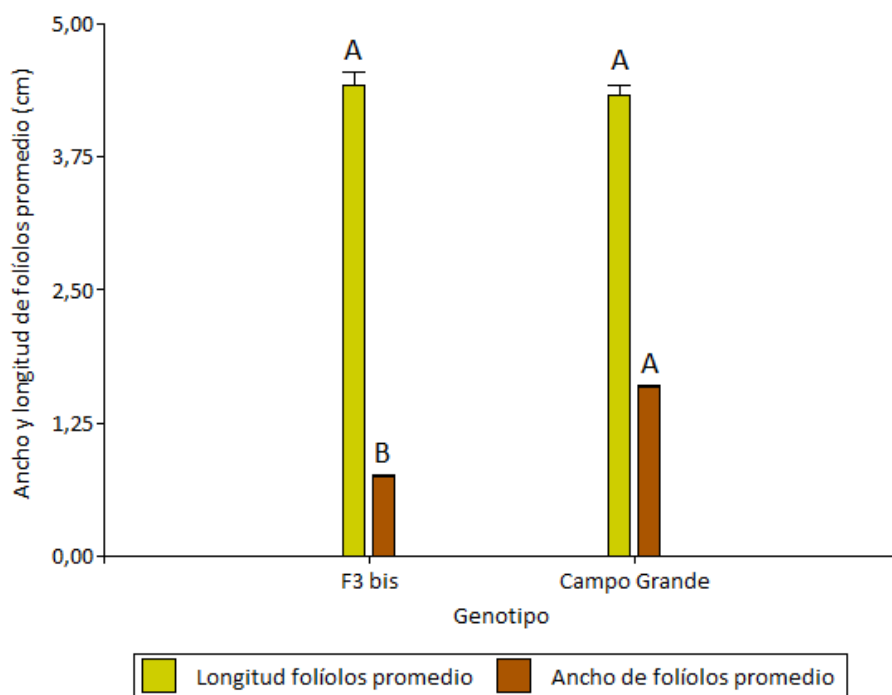
En cuanto a producción de parte aérea, no se encontraron diferencias significativas entre Campo Grande y F<sub>3</sub>, arrojando valores de 1273,12 kg MS/m<sup>2</sup> y de 1056,25 kg MS/m<sup>2</sup> respectivamente.



**Gráfico 2:** Altura promedio de *Stylosanthes guianensis*, evaluado a los 30 días de la siembra. Se señala la altura de 20cm por ser considerada óptima para el aprovechamiento. Letras distintas entre mismos colores muestran diferencias significativas entre los genotipos ( $p < 0,05$ , Test de Tukey)

Lo que se refiere a la longitud de los folíolos, no se encontraron diferencias significativas entre F<sub>3</sub> y Campo Grande, acusando una media de 4,42cm y de 4,33cm respectivamente.

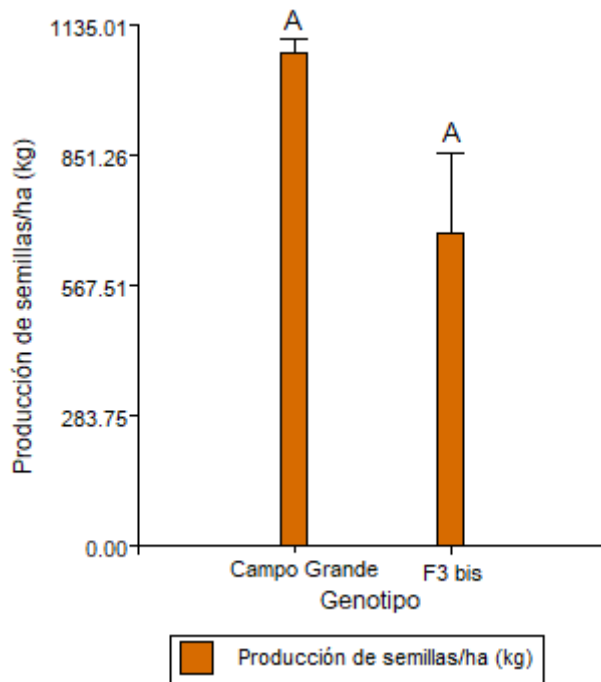
Mientras que referido al ancho de dichos folíolos, se hallaron diferencias significativas entre Campo Grande y F<sub>3</sub>, con medias de 1,59cm y de 0,74cm, respectivamente (Gráfico n° 4).



**Gráfico 3:** Medición de longitud y ancho de folíolos promedio, datos tomados a los 30 días de la siembra. Letras distintas entre mismos colores muestran diferencias significativas entre genotipos.

Se realizó un estudio de correlación de Pearson entre el ancho y longitud de folíolos (cm) respecto a la producción de biomasa aérea ( $\text{kg MS/m}^2$ ) y ninguno de estos dos análisis de correlación arrojó resultados significativos que expliquen la producción de biomasa aérea. ( $p > 0.05$ )

Respecto a producción de semillas, se realizó el análisis sobre producción de semillas por hectárea. No se encontraron diferencias significativas entre  $F_3$  y Campo Grande, con medias de  $681,25\text{kg/ha}$  y de  $1071,88\text{kg/ha}$ , respectivamente.



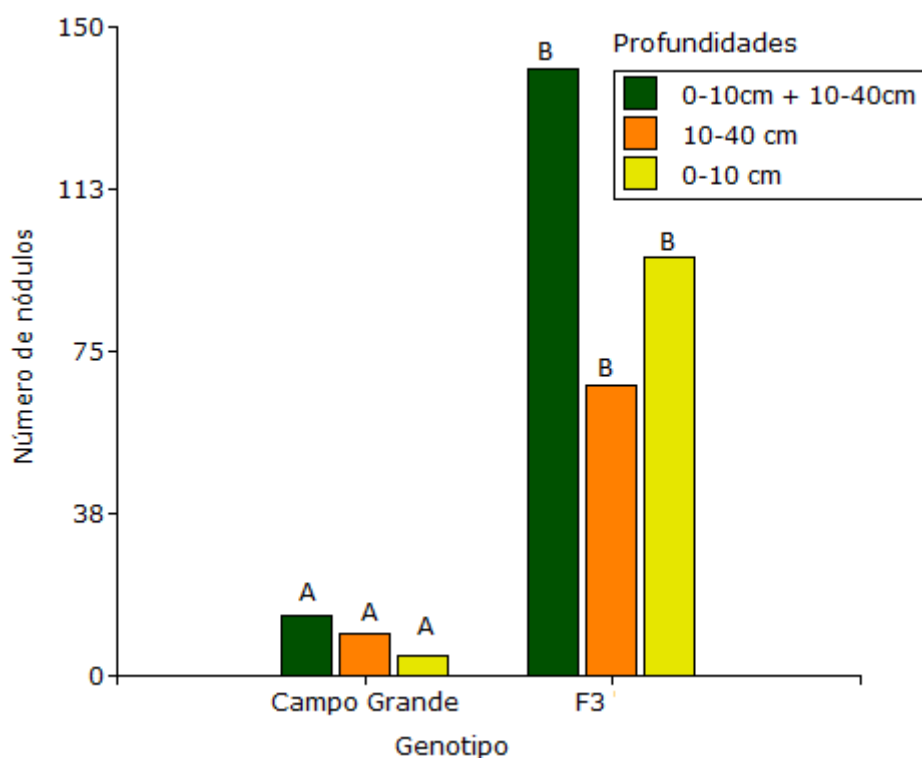
**Gráfico 5.** Producción de semillas por hectárea para ambos genotipos. Letras iguales muestran que no hay diferencias significativas.

Referido a las variables para evaluar la sobrevivencia al frío, tanto en los valores de NDRE como de NDVI para ambos genotipos, no hubo diferencias significativas. Para NDRE, ambas variedades, tanto Campo Grande como F<sub>3</sub> acusaron un valor medio de 0,02. Y los valores medios de NDVI obtenidos para Campo Grande y F<sub>3</sub> fueron de 0,66 y 0,67 respectivamente. Eso nos estaría diciendo que se encontraban en condiciones similares, casi iguales, antes de que se produjeran las bajas temperaturas (menores a >10°C).

Por último, los valores tomados tanto de NDRE como de NDVI cuando ocurrieron las bajas temperaturas, no acusaron diferencias significativas, con valores medios de -0,01 para Campo Grande y de 0,0001 o menos para F<sub>3</sub>, con respecto al índice de NDRE. Referido al NDVI, se registraron valores medios de 0,51 para Campo Grande y 0,53 para F<sub>3</sub>. Esto dejaría entrever que ambas tendrían el mismo comportamiento frente a las bajas temperaturas.

Se analizaron la cantidad de nódulos contabilizados de 0 a 10 cm de profundidad, obteniendo medias de 98,96 para F<sub>3</sub> y de 7,97 en Campo Grande. También se contabilizaron los nódulos presentes desde los 10 a 40 cm de profundidad, arrojando medias de 72,17 para F<sub>3</sub> y de 11,43 en Campo Grande. Y

por último se realizó el análisis estadístico de la sumatoria de nódulos en ambas profundidades (de 0 a 10 cm y de 10 a 40 cm) con medias de 131,94 para F<sub>3</sub> y de 11,44 para Campo Grande (Gráfico n° 5). En las dos profundidades evaluadas se hallaron diferencias significativas entre ambos genotipos, siendo superior el número de nódulos presentes en las raíces de F<sub>3</sub> respecto a Campo Grande, esto es un aspecto importante porque significaría que la variedad mejorada triplicaría la producción espontánea de nódulos en sus raíces, lo que se traduciría en una mayor producción de Nitrógeno en el suelo.



**Gráfico 4.** Números de nódulos contabilizados a dos profundidades más la sumatoria de ambas profundidades para cada genotipo en estudio. Letras distintas en un mismo color muestran diferencias significativas.

## **CONCLUSION**

Fue posible la evaluación de 6 variables morfo-agronómicas en una línea avanzada del programa de mejoramiento genético de *Stylosanthes guianensis*. La línea generada posee producción de forrajes y semillas similar al cultivar más utilizado en América del Sur. Además, pudo comprobarse que la nodulación fue superior en la F3 evaluada. Con respecto a la tolerancia a bajas temperaturas, tampoco se observó diferencias entre el control y el material. Estos resultados son alentadores, ya que muestran el gran potencial de la nueva línea generada.

Cabe aclarar que, en el año de estudio, no se dieron las condiciones predisponentes para que se produjera la enfermedad antracnosis, lo que no permitió su evaluación, sería de gran importancia la continuidad del ensayo para poder realizar esta evaluación. Además, la incorporación del pastero es un dato de gran importancia que debería ser evaluado en los próximos ensayos.

## BIBLIOGRAFÍA

- AQUINO, S.G. 2016. Producción de semillas en cultivares e híbridos F1 de *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. Trabajo Final de Graduación, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste.
- BOGDAN, A.B. 1977. Grasses and legumes. Tropical Agriculture Series. Longman Inc. New York pp. 475.
- BURT, R.L., Williams, W.T., y Grof, B. 1980. *Stylosanthes* structure, adaptation, and utilization. In Summerfield, A.H. y Bunting, R.J. (eds.) Advances in Legume Science. A.H. pp. 553.
- Centro Internacional Agricultura Tropical. CIAT 1988; Informe Anual 1987. Documento de Trabajo 45: 15-1.
- CIOTTI, E.M.; Tomei, C.E.; y Castelán, M.E. 1999. The adaptation and production of some *Stylosanthes* species in Corrientes, Argentina. Tropical Grasslands 33:165- 169.
- CIOTTI, E.M., Castelán, M.E., Tomei, C.E., Mónaco, I.P. y Benítez, J.F. 2003. Respuesta de *Stylosanthes guianensis* CIAT 184 a la fertilización con una baja dosis de fósforo. RIA, 32: 137-148.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M. y ROBLEDO C.W. 2008. *InfoStat, versión 2008*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DIDAN, K., MUNOZ, A. B., SOLANO, R., HUETE, A. MODIS Vegetation Index User's Guide (MOD13 Series). v. 2015, n. June, 2015.
- FRANÇA FERREIRA, F., PAIVA ALCOFORADO REBELLO, V., CORRÊA ROTUNNO FILHO, O, 2017. Persistence analysis of NDVI values from modis images at Itapemirim Basin.
- J. MECH Comparison of NDVI and NDRE Indices to Detect Differences in Vegetation and Chlorophyll Content. International Conference on Applied Science, Technology and Engineering, Cont.& Math. Sci., Special Issue, No.-4, November (2019) pp 20-29.
- 'T MANNETJE, L. 1977. A revision of varieties of *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. Aust. J. Bot. 25: 347-62.
- MILES, J.W. y. LENNE, J.M. 1984. Genetic Variation within a Natural *Stylosanthes guianensis*, *Colletotrichum gloeosporioides* Host-Pathogen Population. Aust. J. Agric. Res. 35: 211-18.

- MULLER, R. 1975. Uso de especies forrajeras eficientes a niveles bajos de fósforo disponible en el suelo. In. Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos". Sección II. CIAT. Colombia. pp 120.
- SAMPEDRO, D.H. y Calvi, M. 2018. Caracterización de la ganadería vacuna del nordeste argentino (NEA) In. Sampedro, D.H. (eds.) Cría Vacuna en el NEA. INTA Ediciones, Colección divulgación pp 157.
- SCHULTZE-KRAFT, R. y GIACOMETTI, P.C. 1979. Recursos genéticos de leguminosas forrajeras para las sabanas del suelos ácidos e infértiles de América Tropicales. In: Tergas, L.E y Sánchez, P.A (eds.) Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos CIAT pp 59-69.
- VANNI, R. 2017. The genus *Stylosanthes* (Fabaceae, Papilionoideae, Dalbergieae) in South America. Bol. Soc. Argent. Bot 52 3: 549-585.
- WAYLEN, P., SOUTHWORTH, J., GIBBES, C., TSAI, H., Time series analysis of land cover change: Developing statistical tools to determine significance of land cover changes in persistence analyses.
- WILLIAMS, J. y GARDENER, C.J. 1984. Environmental constraints to growth and survival of *Stylosanthes*. In: Stace, H.M. y Edye, L.A. (eds.). The biology and agronomy of *Stylosanthes*. Academic Press.Sydney, 181-201.
- WINTER, J.D. 2019. "Selección de genotipos por comportamiento forrajero a partir de una progenie F<sub>2</sub> de *Stylosanthes guianensis* (Fabaceae)" Trabajo Final de Graduación, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste.