



*Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional del Nordeste*

**Trabajo Final de Graduación**

**Modalidad Tesina**

**Generación de una población base para la  
selección orientada al mejoramiento de la  
fertilidad en *Acroceras macrum* Stapf  
(Pasto Nilo)**

**Autor:** Carlos Emilio Maidana

**Asesora:** Doctora Ferrari Usandizaga, Silvana Consuelo

**Año:** 2017

## ÍNDICE

Agradecimientos .....	3
Antecedentes .....	4
Objetivos .....	7
Materiales y Métodos .....	8
Resultados .....	16
Discusión .....	27
Conclusión .....	32
Bibliografía .....	33

### **Agradecimientos**

Esta tesina se la dedico a Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerza para seguir adelante y no decaer en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni decaer en el intento.

También a familia, quienes me han apoyado para poder llegar a estas instancias de mis estudios, ya que siempre han estado presentes tanto en los momentos difíciles como en los alegres.

Un agradecimiento a todos los profesores que eh tenido a lo largo de este camino y en particular a la Doctora Ferrari Usandizaga, Silvana Consuelo que, como directora me ha orientado, apoyado y corregido con la mejor predisposición en esta labor.

Y por último y no menos importante para mis amigos y compañeros que conocí a lo largo de esta carrera, y para el grupo de trabajo de Forrajes del INTA EEA Corrientes, por su predisposición para las labores y la ayuda incondicional.

## ANTECEDENTES

*Acroceras macrum* (Pasto Nilo) es una gramínea forrajera nativa de regiones tropicales y subtropicales de África (Rhind y Goodenough, 1979). En África coloniza ambientes húmedos como los puntos más bajos de pantanos y riberas de ríos (Skerman y Riveros, 1992).

Si bien *A. macrum* es de ciclo estival y prospera en regiones cálidas, posee una estructura foliar no Kranz (Zuloaga et al., 1987). En las gramíneas la estructura no Kranz corresponde al metabolismo fotosintético  $C_3$  y se relaciona con un valor nutritivo más alto que las gramíneas de estructura Kranz ( $C_4$ ), típicas de los ambientes más cálidos. Incluso en sus áreas de origen, la especie no ha sido adoptada en gran escala por parte de los productores. Esto puede deberse a que no se dispone de semilla comercial y aunque puede establecerse vegetativamente mediante rizomas y estolones, la colonización estolonífera es poco agresiva y puede resultar en un proceso lento de establecimiento que favorece la aparición de malezas, sumado a la pérdida de resistencia a enfermedades que acarrea el uso de unos pocos genotipos de forma clonal (Rhind y Goodenough, 1979). En el nordeste de Argentina (NEA), se dispone de material de esta especie que ha sido introducido desde Sudáfrica por productores locales y el INTA durante las décadas de 1980 y 1990, este material ha demostrado una excelente adaptación y persistencia a las condiciones climáticas al ser implantado en suelos de escaso drenaje de dicha región.

La producción ganadera del NEA se basa, tradicionalmente, en el uso de los pastizales naturales y solo se cultivan especies forrajeras en aproximadamente un 10% del área ganadera. La carga típica para el pastizal natural de esta región es 0,5 vacas/ha, este valor puede incrementarse para hacer un uso más eficiente de la tierra mediante la incorporación de pasturas adaptadas a las condiciones específicas que presentan sus diferentes ambientes (INTA, 2014). *Acroceras macrum*, es recomendada para las regiones de alfisoles y vertisoles que representan un área significativa del NEA, incluyendo los albardones del río Paraná y las zonas de Malezales (Clatzle, 2007; Ávila et al., 2014). Estas regiones se caracterizan por una fertilidad media y problemas de anegamiento debido a su textura arcillosa (Garbulsky y Deregibus, 2004) y el pastizal típico de estos suelos es de muy baja calidad. El potencial productivo de carne que podría alcanzarse con la incorporación de *A.*

*macrum* en estos ambientes justifica el especial interés de favorecer su uso en los sistemas ganaderos del nordeste de nuestro país (Altuve et al., 1994).

A pesar de que presenta dificultades para la producción de semillas, un trabajo conjunto llevado a cabo por el INTA y el IBONE con el mismo material vegetal que será utilizado en esta tesina, reportó que los cruzamientos entre genotipos tetraploides ( $2n = 4x = 36$ ) de *A. macrum* produjeron una media de 34,5 % de semilla viable en polinización abierta. De esos estudios se concluyó que la especie se reproduce sexualmente, fundamentalmente por alogamia. La mayor fertilidad y variabilidad del material (compuesto por genotipos  $2n = 4x = 36$  y  $2n = 6x = 54$ ) está contenida en el citotipo  $4x$ . Los cruzamientos diferentes resultaron en fertilidades diferentes dependiendo de los genotipos involucrados y fue posible generar más variabilidad mediante cruzamientos entre diferentes genotipos (Ferrari Usandizaga et al., 2015; Ferrari Usandizaga, 2015).

La existencia de variabilidad en el material disponible en Argentina y el conocimiento de las características reproductivas de la especie posibilitan planificar su mejoramiento, el cual deberá llevarse a cabo mediante la metodología recomendada para especies de reproducción sexual y alógama. En el caso de *A. macrum*, los intereses de mejoramiento están puestos en aumentar la producción de forraje, incrementar la calidad de la semilla y ampliar su área de adaptación, todo ello sin perder las características nutricionales que hacen de esta especie una forrajera de calidad.

De este modo, sería posible orientar el mejoramiento, en esta primera instancia, hacia el desarrollo de cultivares que ofrezcan mejores ventajas a los sistemas de producción de humedales en el NEA teniendo en cuenta la producción de biomasa, el porte de planta para favorecer la persistencia en pastoreo, el ciclo adecuado para la región, la resistencia a las enfermedades, la calidad de la producción de semillas y otros criterios menores. Los resultados que se obtengan también serán útiles a la hora de, en un futuro, estudiar la posibilidad de obtener cultivares que ofrezcan la posibilidad de incorporar *A. macrum* en otros ambientes y regiones, aprovechando algunas de las características positivas de la especie como la calidad nutricional, la elevada digestibilidad, palatabilidad, y persistencia del cultivo.

Con vistas de ello, es de interés obtener más información acerca de algunas características en las que se centrará el mejoramiento, tales como las relacionadas a la

fertilidad de las semillas y aspectos relativos a la producción de espigas y biomasa y la adaptación a las condiciones ambientales del NEA del germoplasma que se utilizará en el mejoramiento, incluyendo los periodos en que éstas son favorables a los requerimientos típicos de la especie, así como también a los periodos de sequía o de bajas temperaturas.

## OBJETIVOS

### **Generales**

- ✓ *Iniciar el proceso de generación de una población con variabilidad continua en características de interés agronómico a partir de materiales tetraploides de *Acroceras macrum* existentes en el NEA y evaluar diferentes características agronómicas y relacionadas con la fertilidad de las semillas, de modo de obtener información sobre las futuras posibilidades de selección de genotipos superiores en fertilidad y en variables de interés agronómico.*

### **Particulares**

- 1. Obtener una población base de amplia variabilidad genética a partir del policruzamiento entre genotipos tetraploides de *A. macrum*.*
- 2. Evaluar características de interés agronómico (variables de producción y calidad de semillas, variables de la producción de forraje, características fenológicas, evaluación de la resistencia a factores bióticos y abióticos) en la población obtenida.*
- 3. Analizar las correlaciones entre dichas características y con la calidad de las semillas producidas.*

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material Vegetal

El material vegetal utilizado en este estudio se compone de una colección de 22 genotipos tetraploides de *Acroceras macrum* recolectados en el NEA, cuya diversidad se evaluó mediante marcadores moleculares ISSR y características morfológicas, fenológicas y agronómicas (Ferrari et al., 2015) y 140 individuos que componen la progenie obtenida a partir de 16 combinaciones entre estos (familias A, B, C, D, E, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q).

El total de los 162 individuos tetraploides que componen la población fueron plantados en un ensayo (**Ilustración 1**), con dos repeticiones al azar manteniendo una distancia de 1,5 metros entre líneas y 1 metro entre plantas durante diciembre de 2015 en la estación experimental del INTA en Corrientes (El Sombrerito).



**Ilustración 1.** Ensayo experimental de 16 familias constituidas por 162 híbridos de *A. macrum*.



## Producción de semillas

La cosecha de semillas se realizó manualmente durante de febrero y marzo de 2016 extrayendo las inflorescencias sin anteras visibles y con al menos un 80% de espiguillas con glumas de color marrón grisáceo (no verdes), estimando que en este estado al menos algunas contendrían semillas maduras. El procedimiento de cosecha se repitió semanalmente. Durante el mes de febrero se identificaron los genotipos durante la cosecha (en conjunto, muestra A). Durante el mes de marzo se obtuvo una muestra única de la población, sin discriminar el genotipo cosechado (muestra B). Durante los meses de abril y mayo se realizó la trilla manual de las dos muestras de inflorescencias (A y B).



**Ilustración 2.** Semillas de *A. macrum*. Arriba, semillas sin escarificar. Abajo, semillas escarificadas.

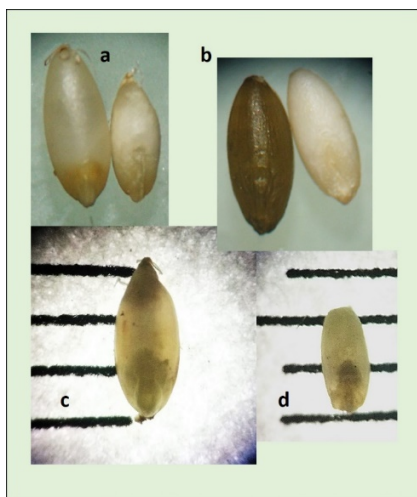
De la muestra B, se seleccionó una submuestra de 1000 semillas por cada genotipo. La submuestra obtenida, conteniendo tanto semillas llenas como vanas se pesó y se sometió a una corriente de aire para separar las semillas vanas de las llenas. Una vez sopladas, las semillas se volvieron a contar y a pesar.

Toda la muestra A fue sometida a corriente de aire enriqueciéndose en semillas llenas.

Las semillas de las submuestras A y B se conservaron en ambiente refrigerado, dentro de sobres de papel que se guardaron hasta los posteriores ensayos en contenedores cerrados conteniendo sílica gel con indicador de humedad (Cicarelli ®).

### Ensayos de Germinación

Un grupo de semillas de la población A se escarificó manualmente eliminando las glumas (**Ilustración 2**), glumelas y el pericarpo. Se las clasificó en cuatro categorías, según sus características morfológicas: 1) semillas grandes de 2,5 a 3mm de largo, 2) semillas chicas de 2mm de largo o menos, 3) semillas pigmentadas y 4) semillas sin pigmentación. (**Ilustración 3**). Dentro del grupo de semillas grandes y chicas se incluyeron tanto semillas blancas como pigmentadas. Del mismo modo, en el grupo de semillas blancas y pigmentadas se incluyó al azar semillas de diferentes tamaños.



*Ilustración 3. Fotos de las semillas en lupa.*

Las semillas seleccionadas en cada grupo se observaron bajo lupa para determinar su integridad física y su madurez completa y medir los tamaños de las semillas consideradas grandes y chicas. Luego se seleccionaron 90 semillas maduras e íntegras físicamente de cada categoría, éstas se pesaron y se distribuyeron al azar en tres repeticiones (30 semillas) que se utilizaron para los ensayos de germinación.

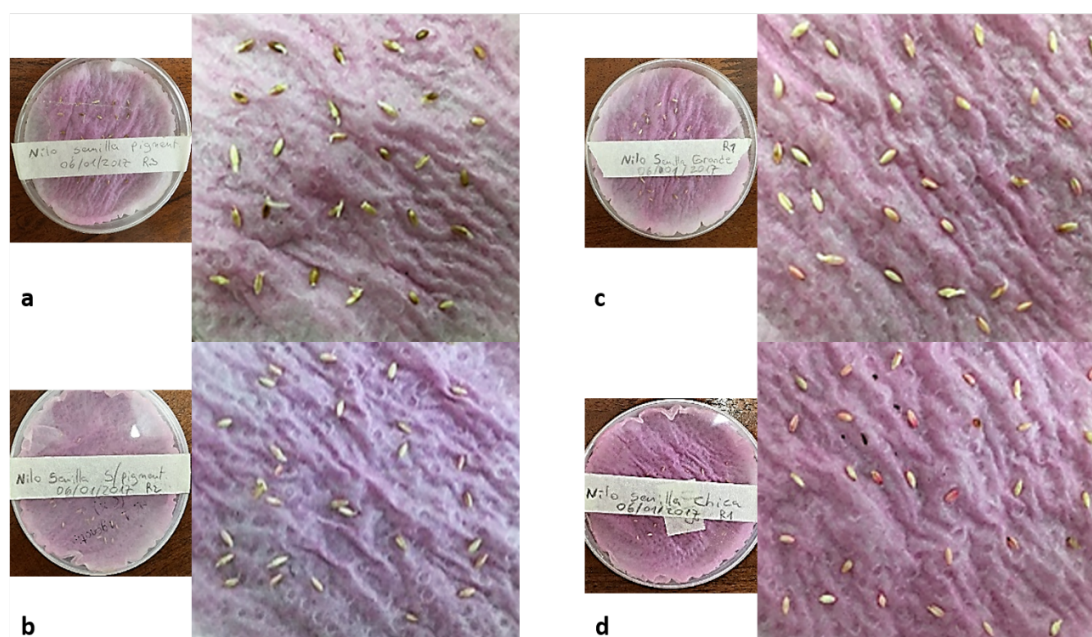
Los ensayos de germinación se realizaron el 6 de enero de 2017. Cada grupo de 30 semillas (las 12 repeticiones en total) se incubó en un germinador individual. Los germinadores consistieron en cajas de Petri plásticas esterilizadas con alcohol 70%, cuyo interior se cubrió con papel absorbente humedecido con agua estéril. Las semillas se

colocaron sobre el papel y fueron rociadas con solución fungicida (**Ilustración 4**). Los germinadores se colocaron en una cámara de germinación a una temperatura de 30°C y fueron mantenidos con humedad durante la duración del ensayo (diez días). Se realizaron observaciones diarias y se registró como semilla germinada aquella que produjo la emergencia del ápice radicular

Para los grupos de semilla evaluados se determinó el poder germinativo (PG) y la energía germinativa (EG) según:

$$PG = \frac{\text{SEMILLAS GERMINADAS}}{\text{TOTAL DE SEMILLAS}} \times 100$$

$$EG = \frac{PG \times \text{SEMILLAS GERMINADAS HASTA EL PICO DE GERMINACIÓN}}{\text{TOTAL DE SEMILLAS}}$$



**Ilustración 4.** Ensayos de germinación de semillas con diferentes características de color y tamaño de *A. macrum*. **a.** semillas pigmentadas, **b.** semillas blancas, **c.** semillas grandes, **d.** semillas chicas

Para estimar PG, se consideraron todas las semillas que presentaron radículas emergentes del primer al décimo día. Para estimar EG, se calculó el porcentaje de semilla que germinó hasta el momento en que la cantidad de semilla que germina por día llega a su máximo. Luego de alcanzar dicho pico, la germinación empieza a decaer. Las semillas que

germinaron durante el periodo en que disminuye la emergencia de radículas por día, no se tuvieron en cuenta para la estimación de la EG.

### **Producción de biomasa**

Para determinar la producción de biomasa fueron realizados dos cortes, uno en el 6 de junio de 2016 y un segundo corte el 14 de diciembre de 2016 (a los 6 y 12 meses desde la plantación, respectivamente). Los mismos fueron realizados con tijeras a una altura de 10 cm, registrando el valor de biomasa fresca obtenida de cada individuo. Posteriormente se separó y pesó una muestra de cada individuo y esta fue mantuvo en estufa a 60°C hasta peso constante. Se registraron los pesos secos de cada muestra y a partir de ellos se determinó el porcentaje de materia seca para cada planta.

### **Evaluación de la resistencia a factores bióticos y abióticos**

Durante el periodo de tiempo que se realizó el trabajo se pudieron observar ataques de insectos y patógenos. El efecto de los mismos fue evaluado realizando observaciones visuales periódicas y estableciendo escalas según su intensidad.

Se observaron diferentes plagas, entre ellas lepidópteros, chinches y langostas. El mayor daño lo causaron las langostas, principalmente sobre las inflorescencias. Se evaluó el ataque de langostas tomándose registro de los mismos los días 23 de mayo y 11 de noviembre 2016. La estimación se realizó mediante una escala de 0 a 3, donde 0 es no se observa ataque, 1 baja incidencia, 2 moderada y 3 alta incidencia.

A finales del verano, con la elevada humedad y temperatura, se observaron manchas marrones de bordes amarillentos que se manifestaban inicialmente como puntos sobre las hojas, las cuales luego amarilleaban hasta secar. Este síntoma coincidió con el reportado para la especie por Rhind y Goodenough (1979), quienes sugieren que se trata de una enfermedad de origen fúngico. Para evaluar su efecto se realizaron observaciones el día 3 de marzo. Se utilizó una escala de 0 a 3, según el grado de afectación de la planta, donde 0 fue no se observa efecto, 1 síntomas leves, 2 moderado y 3 severamente afectada.

Durante el mes de diciembre de 2016, las condiciones de baja humedad y elevadas temperaturas provocaron alta evapotranspiración, la cual fue evidenciada en la planta. Se

observó marchitez incipiente provocada por stress hídrico. La resistencia de las plantas a este factor se evaluó con una escala de 0 a 3, calificándose con 0 las plantas que no presentaban síntomas de marchitamiento, 1 síntomas leves, 2 síntomas moderados y 3 para síntomas severos.

### **Características fenológicas**



*Ilustración 5. Inflorescencia de Acroceras macrum*

Se realizaron observaciones periódicas, diferenciando los individuos en fase vegetativa (antes de la emergencia de las inflorescencias) de los que estaban en fase reproductiva, estimando en estos últimos el número de inflorescencia por individuo. Las observaciones fueron realizadas a los 42, 56 y 118 días después de plantado el ensayo y se continuó con las observaciones durante el ciclo siguiente. En la **Ilustración 5** se muestra el ápice una inflorescencia de *A. macrum* con la mayoría de sus flores en antesis.

### **Establecimiento de la población base para la selección**

Las semillas de la muestra A fueron sembradas sin escarificación previa el día 22 de julio de 2016 identificando su genotipo de origen. La siembra se realizó por chorrillo continuo en terrinas de sustrato comercial.

Una submuestra de semillas de la muestra B fue escarificado manualmente y el día el 17 de septiembre de 2016 se sembraron bandejas de germinación con sustrato comercial colocando 5 semillas por celda. Las fechas de siembra difirieron porque las semillas

presentaron un periodo de latencia (5-6 meses) que se rompió en diferente momento para las dos muestras, posiblemente dado que fueron colectadas con un mes de diferencia. De cualquier modo, la remoción del pericarpo de las semillas de la muestra B aceleró su proceso de germinación y de este modo las plántulas provenientes de las dos muestras (A y B) se obtuvieron en fechas cercanas. Las terrinas y bandejas así preparadas se mantuvieron en invernáculo. Todas las plantas germinadas que alcanzaron una altura de aproximadamente 10cm fueron trasplantadas a masetas de 1L con un sustrato compuesto por 25% sustrato comercial, 25% cascarilla de algodón y 50% tierra fértil.

De las plantas obtenidas, 400 fueron plantadas en un ensayo (**Ilustración 6**) con dos repeticiones al azar, manteniendo una distancia de 1 metro entre líneas y 1 metro entre plantas del línea, durante enero de 2017 en la estación experimental del INTA en Corrientes (El Sombrerito).

#### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Se utilizó un diseño al azar con 2 repeticiones. Los datos obtenidos fueron analizados con el programa Infostat, mediante análisis de varianza (ANAVA) y test de Duncan para hallar las diferencias de las medias entre familias. Se estudiaron las correlaciones entre variables según el coeficiente de correlación de Pearson.





**Ilustración 6.** *Ensayo para selección conteniendo una población base constituida por 400 híbridos de A. macrum.*

## RESULTADOS

### *Producción de semillas*

En la **Tabla 1** se muestran los resultados de los análisis del peso y llenado de semillas promedio para las familias de *A. macrum* estudiadas. No se observaron diferencias significativas en el peso promedio de 1000 semillas. Sin embargo, al analizar la fracción de semillas llenas, las familias H y J tuvieron pesos de semillas que superaron significativamente al resto y a los padres (2,2g/1000 semillas llenas) mientras que el menor valor promedio observado fue el de la familia C con 1,32g/1000 semillas llenas. La Familia J se destacó con un porcentaje de llenado medio del 12%, valor que supera el de las familias C, D, G, I, L, O y Q. Del mismo modo, es significativamente superior al del grupo de padres (6%).

**Tabla 1.** Peso promedio de 1000 semillas, peso promedio de 1000 semillas llenas y porcentaje promedio de llenado de semillas para 16 familias de *Acrocera macrum*. Mín.: valor mínimo de la familia. Máx.: valor máximo de la familia.

Familia	Peso 1000 semillas (g)	Peso 1000 Semillas llenas (g)	Mín.	Máx.	% de llenado	Mín.	Máx.
PADRES	1,09 <sup>AB</sup>	1,97 <sup>CDE</sup>	1,90	1,99	6,3 <sup>BC</sup>	0,00	17,11
A	1,30 <sup>A</sup>	1,95 <sup>CDE</sup>	1,91	2,00	11,2 <sup>AB</sup>	1,59	53,64
B	1,16 <sup>AB</sup>	2,03 <sup>BC</sup>	1,97	2,05	10,9 <sup>AB</sup>	0	20,30
C	1,09 <sup>AB</sup>	1,32 <sup>I</sup>	1,25	1,40	3,8 <sup>C</sup>	0,81	9,15
D	1,13 <sup>AB</sup>	1,91 <sup>DE</sup>	1,86	1,96	6,9 <sup>BC</sup>	1,30	30,00
E	1,31 <sup>A</sup>	1,92 <sup>DE</sup>	1,67	2,00	7,6 <sup>ABC</sup>	1,58	22,00
G	0,90 <sup>AB</sup>	1,78 <sup>F</sup>	1,71	1,82	5,4 <sup>C</sup>	0,79	12,64
H	0,92 <sup>AB</sup>	2,23 <sup>A</sup>	1,97	2,40	7,3 <sup>ABC</sup>	0	17,34
I	0,77 <sup>B</sup>	1,91 <sup>DE</sup>	1,78	2,00	3,6 <sup>C</sup>	0,30	11,40
J	0,87 <sup>B</sup>	2,28 <sup>A</sup>	1,97	2,41	12,4 <sup>A</sup>	4,10	17,95
K	1,05 <sup>AB</sup>	1,99 <sup>BCD</sup>	1,50	3,00	8,1 <sup>ABC</sup>	0,10	22,70
L	1,00 <sup>AB</sup>	1,57 <sup>H</sup>	1,57	1,57	3,0 <sup>C</sup>	3,00	3,00
M	1,17 <sup>AB</sup>	1,70 <sup>FG</sup>	1,50	1,85	6,6 <sup>BC</sup>	6,60	6,60
N	1,07 <sup>AB</sup>	2,08 <sup>N</sup>	2,07	2,09	8,4 <sup>ABC</sup>	3,00	15,50
O	0,81 <sup>B</sup>	1,91 <sup>DE</sup>	1,85	1,97	4,1 <sup>C</sup>	1,80	6,46
P	1,15 <sup>AB</sup>	1,65 <sup>GH</sup>	1,65	1,65	10,8 <sup>AB</sup>	7,18	14,40
Q	0,82 <sup>B</sup>	1,89 <sup>E</sup>	1,82	1,97	6,4 <sup>BC</sup>	1,20	12,50



En la **Tabla 2** se puede observar el peso promedio de las 1000 semillas llenas, peso de las 1000 semillas y el porcentaje de llenado de los padres y de su descendencia, podemos destacar aquí que no hay diferencia significativa entre estos dos grupos de genotipos.

**Tabla 2.** Peso promedio de las 1000 semillas llenas, Peso de las 1000 semillas y % de llenado, de los padres y su descendencia de *Acrocera macrum*

Familia	Peso de las 1000 Semillas Llenas	Peso de las 1000 semillas	% de Llenado
Promedio de la progenie	1,93 <sup>A</sup>	0,99 <sup>A</sup>	7,19 <sup>A</sup>
PADRES	1,96 <sup>A</sup>	1,08 <sup>A</sup>	6,33 <sup>A</sup>

El promedio total de llenado de las 16 familias no presenta diferencias significativas con el de los padres, sin embargo algunos de los híbridos superan el 50% de semillas llenas, en contraposición con los padres que presentaron valores máximos de 17% (**Tabla 1**).

En la Tabla 3 se exponen las correlaciones entre el porcentaje de llenado, el peso de las semillas y el periodo vegetativo de las familias de *A. macrum* estudiadas. La correlación entre el porcentaje de llenado y peso de las 1000 semillas llenas fue significativa y del 22%. La correlación entre el peso de las semillas llenas y la duración del periodo vegetativo fue significativa y negativa, de una magnitud del 19%.

**Tabla 3.** Correlaciones entre el porcentaje llenado (% de llenado) y las variables peso de las mil semillas llenas y periodo vegetativo (PV). \*:  $p$ -valor <0,05. \*\*:  $p$ -valor <0,01

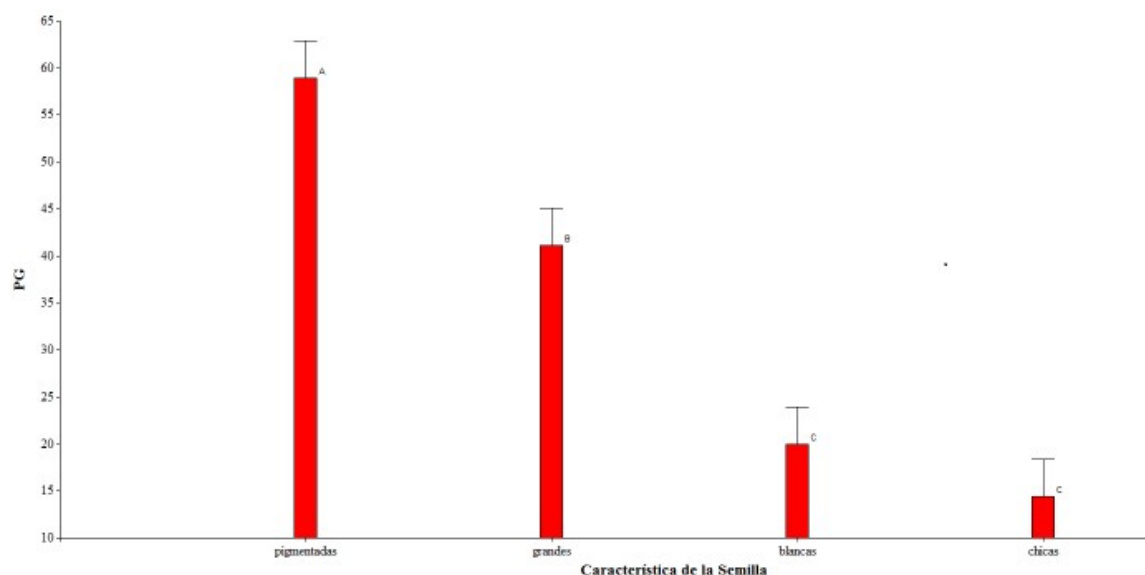
variable 1	variable 2	Coefficiente de Pearson
Peso 1000 llenas	% Llenado	0,22*
Peso 1000 llenas	PV	-0,19*

### ***Ensayos de Germinación***

Las 1000 semillas grandes pesaron 2,4g. Las 1000 semillas chicas pesaron 1,2g.

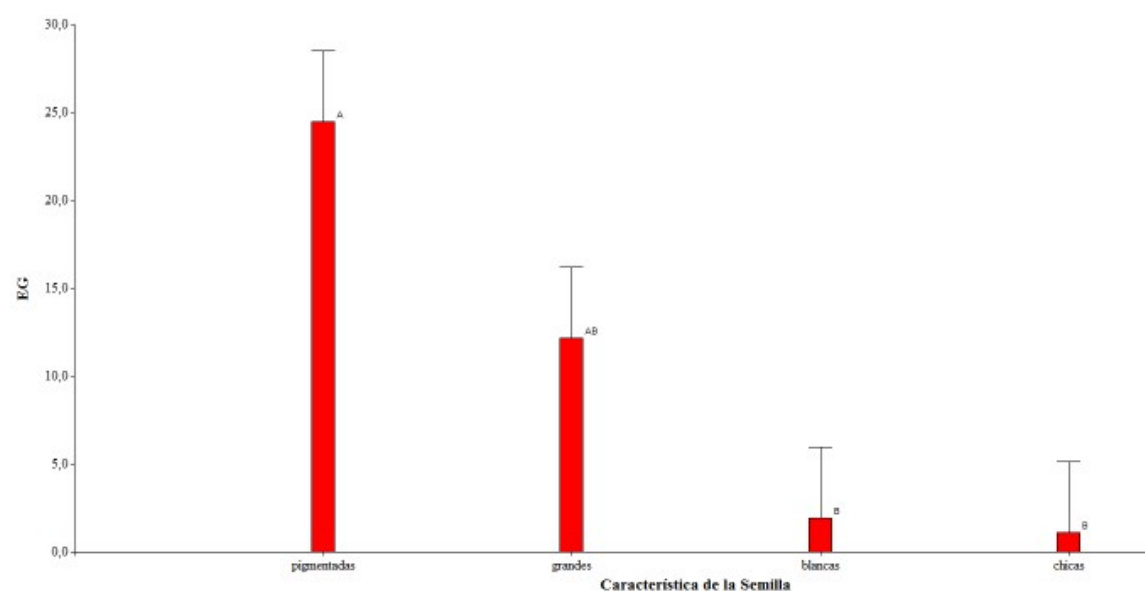
En el **Gráfico 1** se muestra el poder germinativo que presentaron semillas con diferentes características de pigmentación y tamaño. Las semillas pigmentadas fueron

significativamente superiores a las blancas, a las de tamaño grande y las de tamaño chico con un valor de PG cercano al 60 %.



**Gráfico 1.** Poder germinativo (PG) para semillas de diferentes características morfológicas (tamaño y pigmentación) de *Acroceras macrum* escarificadas manualmente.

En el **Gráfico 2** se muestra la energía germinativa que presentaron semillas con diferentes características de color y tamaño. Las semillas pigmentadas presentaron un valor medio de EG de alrededor del 25%, significativamente superior al de las blancas y al de las semillas chicas.



**Gráfico 2.** Energía germinativa (EG) para semillas con diferentes características morfológicas (tamaño y pigmentación) de *Acroceras macrum* escarificadas manualmente.

### ***Producción de biomasa***

En la **Tabla 4** se exponen los resultados de producción de biomasa de las 16 familias de *A. macrum* estudiadas, durante la primavera de 2016. Se destacó la familia N con un valor promedio de 702g por planta, superando significativamente al grupo de padres y al resto de las familias, exceptuando a la H. Los valores promedio de materia seca no se diferenciaron significativamente entre familias y estuvieron en un rango de 32-36%. Estas diferencias se



ejemplifican con las diferencias de porte de las plantas de la **Ilustración 7**.

**Ilustración 7.** Plantas con distinto porte. A la izquierda planta chica a la derecha planta grande.

En la **Tabla 5** se indican los valores promedios de producción de biomasa de los padres y de su descendencia, se destaca que en promedio los padres son significativamente superiores a sus descendentes. El grupo de padres, presentó un peso promedio de 544,33 g frente al promedio de las 16 familias que fue de 424,77 g.

**Tabla 4.** Porcentaje promedio de materia seca y producción promedio de biomasa seca por planta y porcentaje de materia seca (MS) para 16 familias de *Acroceras macrum*. CV: Coeficiente de variación. Mín.: valor mínimo de la familia. Máx.: valor máximo de la familia.

Familia	MS (%)	Biomasa (g)	CV	Mín.	Máx.
PADRES	35,9	532 <sup>AB</sup>	43,0	226,7	1.615,2
A	33,2	257 <sup>CD</sup>	48,6	38,1	508,7
B	33,8	486 <sup>ABC</sup>	58,6	58,0	1.060,8
C	33,1	358 <sup>BCD</sup>	49,3	119,6	734,8
D	34,5	342 <sup>BCD</sup>	34,7	165,0	606,6
E	35,2	375 <sup>BCD</sup>	31,0	145,3	585,9
G	32,3	402 <sup>BCD</sup>	36,9	174,8	738,6
H	32,0	553 <sup>AB</sup>	32,0	351,8	821,9
I	33,4	441 <sup>BCD</sup>	51,9	137,8	1.375,7
J	35,5	407 <sup>BCD</sup>	41,5	124,4	696,2
K	34,3	486 <sup>ABC</sup>	45,3	109,6	979,4
L	33,6	328 <sup>BCD</sup>	0,7	326,7	329,9
M	33,7	224 <sup>D</sup>	37,8	163,8	283,2
N	35,2	702 <sup>A</sup>	33,8	378,6	1.047,0
O	33,8	330 <sup>BCD</sup>	43,0	227,3	629,4
P	34,2	388 <sup>BCD</sup>	21,1	326,1	481,0
Q	36,0	266 <sup>CD</sup>	32,9	128,1	358,2

**Tabla 5.** Producción promedio de biomasa seca por planta para 16 familias de *Acroceras macrum*. CV: Coeficiente de variación. Mín.: valor mínimo de la familia. Máx.: valor máximo de la familia.

Familia	Biomasa (MS)	CV	Mín.	Máx.
Promedio de la progenie	424,77 <sup>A</sup>	49,59	38,06	1375,65
PADRES	544,33 <sup>B</sup>	41,99	226,72	1615,19

### ***Duración del periodo vegetativo***

En la **Tabla 6** se exponen las duraciones del periodo vegetativo de las familias de *A. macrum* estudiadas. PV1 es el periodo vegetativo medido desde la plantación y PV2 es el periodo vegetativo subsiguiente (con un corte intermedio). La familia A presentó en promedio una duración del periodo vegetativo significativamente mayor que el del resto de las familias. Desde la plantación hasta la primera floración, la familia C superó en la extensión del periodo vegetativo a la G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q y a los padres. Luego de un año, la extensión del PV no presentó diferencias significativas, pero al segundo año, la familia A presentó un PV significativamente superior que otras familias: B, D, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q y los padres. Los coeficientes de variación (CV) en la mayoría de los



**Ilustración 10.** Plantas de *A. macrum* en distintos estados fenológicos. A la izquierda planta aún en estado vegetativo y durante el mismo día se pudo observar plantas como la de la derecha que han finalizado su periodo vegetativo y están en floración.

casos superan el 25% indicando una importante variación dentro de las familias. En la **Ilustración 8** se puede observar las fotografías tomadas durante el mismo día de dos plantas en distinto estado fenológico.

**Tabla 6.** Duración del periodo vegetativo (PV) promedio para 16 familias de *Acroceras macrum*. CV: Coeficiente de variación. Se informa el primer periodo vegetativo (PV1) observado desde la plantación (diciembre de 2015) y el periodo vegetativo subsiguiente (PV 2), con un corte intermedio realizado en junio de 2016.

Familia	PV 1 (Días desde plantación)	CV	PV 2 (Días)	CV
PADRES	40 <sup>CD</sup>	50,2	223 <sup>CDEF</sup>	42,6
A	107 <sup>A</sup>	46,7	329 <sup>A</sup>	23,5
B	64 <sup>B</sup>	24,3	259 <sup>BCDE</sup>	37,5
C	74 <sup>B</sup>	45,3	294 <sup>ABC</sup>	36,0
D	58 <sup>BC</sup>	28,9	216 <sup>DEFG</sup>	41,9
E	65 <sup>B</sup>	83,6	281 <sup>ABCD</sup>	34,7
F	35 <sup>D</sup>	52,4	316 <sup>AB</sup>	26,6
G	35 <sup>CD</sup>	32,9	317 <sup>AB</sup>	42,9
H	38 <sup>CD</sup>	54,1	244 <sup>CDE</sup>	39,4
I	40 <sup>CD</sup>	72,3	246 <sup>CDE</sup>	44,4
J	32 <sup>D</sup>	66,1	202 <sup>EFG</sup>	31,4
K	34 <sup>D</sup>	36,2	153 <sup>G</sup>	42,0
L	35 <sup>D</sup>	35,0	243 <sup>CDE</sup>	14,0
M	35 <sup>D</sup>	30,0	212 <sup>DEFG</sup>	35,0
N	34 <sup>D</sup>	50,2	248 <sup>CDE</sup>	7,4
O	39 <sup>CD</sup>	46,7	169 <sup>FG</sup>	46,8
P	40 <sup>CD</sup>	42,0	228 <sup>CDEF</sup>	7,0
Q	34 <sup>D</sup>	45,3	226 <sup>CDEF</sup>	23,5

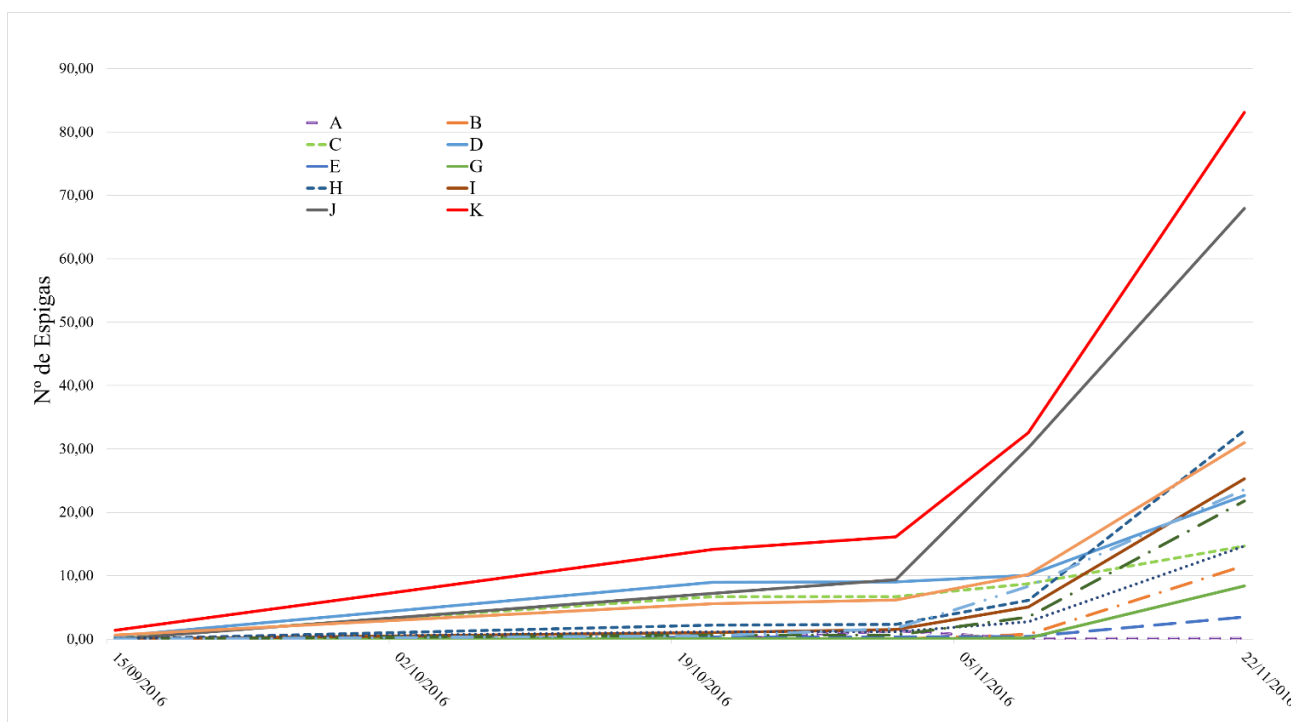
En la Tabla 7 se indican las correlaciones según Pearson de los periodos vegetativos medidos

**Tabla 7.** Correlaciones entre el primer periodo vegetativo observado desde la plantación (PV1) y el periodo vegetativo subsiguiente (PV 2). \*:  $p$ -valor  $<0,05$ . \*\*:  $p$ -valor  $<0,01$

variable 1	variable 2	Coeficiente de Pearson
PV 1	PV2	0,19**

### Floración

En el **Gráfico 3** se observa la variación en el número de espigas producidas por planta, en promedio para las familias de *A. macrum* estudiadas, durante la primavera de 2016. La floración aumentó abruptamente a partir de noviembre. La floración plena se alcanzó a mediados de febrero y el número de espiguillas producidas por planta en promedio por familia se muestra en la **Tabla 6**.



**Grafico 3.** Evolución del número de espiguillas para 16 familias de *Acroceras macrum* durante la primavera de 2016. Usa otros colores o líneas punteadas. No se diferencia las líneas en tonos celestes, amarillos, etc.

En la **Tabla 8** se muestra el número de espiguillas en promedio de las 16 familias de *A. macrum* en floración plena, observado el 15 de febrero de 2017. La familia N presentó un número promedio de espiguillas por planta significativamente superior que los de las familias A, C, D, E, F, H, I, J, M y P, pero no presento diferencias significativa con el de los padres ni los de las familias B, G, K, L, O y Q.

En la **Tabla 9** se expone el número de espiguillas promedio de los padres y de su descendencia en plena floración, si bien no se diferenciaron significativamente la descendencia alcanzo valores de hasta 1050 espiguillas por plantas mientras que los padre como valor máximo alcanzaron valores de 760.

**Tabla 8.** Números de espiguillas cuando la planta alcanza su floración plena (FP). Promedio para 16 familias de *Acroceras macrum*. CV: coeficiente de variación

Familia	N° de espiguillas en FP	CV	Mín.	Máx.
PADRES	290 <sup>ABC</sup>	57,0	36	760
A	98 <sup>D</sup>	87,6	0	250
B	355 <sup>AB</sup>	62,6	80	1000
C	152 <sup>CD</sup>	85,3	3	380
D	189 <sup>BCD</sup>	58,8	12	370
E	198 <sup>BCD</sup>	65,9	0	400
G	309 <sup>ABC</sup>	43,4	100	700
H	268 <sup>BCD</sup>	50,9	130	600
I	262 <sup>BCD</sup>	55,7	30	715
J	180 <sup>BCD</sup>	58,4	15	410
K	283 <sup>ABC</sup>	64,4	18	1050
L	353 <sup>AB</sup>	67,2	185	520
M	150 <sup>CD</sup>	47,1	100	200
N	450 <sup>A</sup>	56,1	65	760
O	284 <sup>ABC</sup>	38,9	160	440
P	216 <sup>BCD</sup>	39,0	90	265
Q	280 <sup>ABC</sup>	54,3	80	500

**Tabla 9.** Números de espiguillas cuando la planta alcanza su floración plena (FP). Promedio para Padres y su progenie de *Acroceras macrum*. CV: coeficiente de variación

Familia	N° de espiguillas en FP	CV	Mín.	Máx.
Promedio de la progenie	258,97 <sup>A</sup>	64,25	0	1050
PADRES	287,73 <sup>A</sup>	57,99	36	760

### ***Resistencia a factores bióticos y abióticos:***

En la **Tabla 10** se describe el efecto producido por una infección de origen fúngico observada durante condiciones de alta humedad y temperatura. Si bien la mayoría de las familias se vieron poco afectadas por la infección, A fue significativamente más susceptible a la misma que el resto de las familias (menos la E y la O) y que los padres.



El daño en los granos producido por la acción de insectos (lepidópteros, chinches y langostas) se midió en dos fechas. No hubo una correlación estadísticamente significativa entre las observaciones de las mismas.

La mayor parte de las familias evaluadas no presentaron diferencias significativas de resistencia al estrés hídrico, a excepción de C y K que se vieron significativamente más afectadas que el resto de las familias.

**Tabla 10.** Efectos de infección fúngica y ataque de insectos en 16 familias de *Acroceras macrum*. El grado de afectación por la infección fúngica se midió en una escala de 0-5, donde 0 fue sin efecto observable-y 5 fue gravemente afectada. El daño ocasionado por insectos y los efectos del estrés hídrico se evaluaron en una escala de 0-3, donde 0 fue planta no afectada y 3 planta severamente afectada.

Familia	Infección fúngica		Stress hídrico		Daño por insectos Mayo 16		Daño por insectos Dic. 2016	
	Media	Moda	Media	Moda	Media	Moda	Media	Moda
Padres	0,7 <sup>BC</sup>	0	1,8 <sup>AB</sup>	2	0,6 <sup>AB</sup>	0	0,9 <sup>ABCD</sup>	0
A	2,8 <sup>A</sup>	4	1,9 <sup>AB</sup>	2	0,3 <sup>AB</sup>	0	0,3 <sup>ABCD</sup>	0
B	0,3 <sup>C</sup>	0	1,3 <sup>B</sup>	1	1,0 <sup>A</sup>	1	0,9 <sup>ABCD</sup>	0
C	1,3 <sup>BC</sup>	2	2,2 <sup>A</sup>	2	0,3 <sup>AB</sup>	0	0,1 <sup>D</sup>	0
D	0,8 <sup>BC</sup>	0	1,9 <sup>AB</sup>	2	0,8 <sup>A</sup>	1	0,5 <sup>BCD</sup>	0
E	1,8 <sup>AB</sup>	0	2,1 <sup>AB</sup>	2	0,9 <sup>A</sup>	1	0,1 <sup>D</sup>	0
G	0,8 <sup>BC</sup>	0	2,0 <sup>AB</sup>	2	0,6 <sup>AB</sup>	0	1,2 <sup>ABCD</sup>	0
H	1,0 <sup>BC</sup>	0	2,1 <sup>AB</sup>	2	0,6 <sup>AB</sup>	0	0,7 <sup>ABCD</sup>	0
I	0,8 <sup>BC</sup>	0	2,1 <sup>AB</sup>	2	0,5 <sup>AB</sup>	0	0,7 <sup>ABCD</sup>	0
J	0,8 <sup>BC</sup>	0	1,8 <sup>AB</sup>	1	0,6 <sup>AB</sup>	0	1,8 <sup>A</sup>	2
K	0,3 <sup>C</sup>	0	2,3 <sup>A</sup>	2	0,6 <sup>AB</sup>	1	1,1 <sup>ABCD</sup>	2
L	0,5 <sup>BC</sup>	0	1,5 <sup>AB</sup>	0	0 <sup>B</sup>	0	0 <sup>D</sup>	0
M	0 <sup>C</sup>	0	1,5 <sup>AB</sup>	1	1,0 <sup>A</sup>	1	0 <sup>D</sup>	0
N	0 <sup>C</sup>	0	1,5 <sup>AB</sup>	1	0,3 <sup>AB</sup>	0	0,7 <sup>ABCD</sup>	0
O	1,8 <sup>AB</sup>	0	2,0 <sup>AB</sup>	2	1,0 <sup>A</sup>	1	1,4 <sup>ABC</sup>	2
P	0,5 <sup>BC</sup>	0	1,5 <sup>AB</sup>	2	0,7 <sup>AB</sup>	0	0,7 <sup>ABCD</sup>	0
Q	1,3 <sup>BC</sup>	0	2,1 <sup>AB</sup>	2	0,6 <sup>AB</sup>	1	0,5 <sup>BCD</sup>	0

En la **Tabla 11** se indican los coeficientes de correlación de Pearson entre el stress hídrico y variables relacionadas a la calidad de producción de semillas, producción de biomasa y la velocidad de implantación (inferida a partir de la duración del periodo vegetativo a partir de la plantación, es decir el tiempo que tarda la planta desde ser llevada a tierra hasta florecer). Las correlaciones entre estas variables fueron estadísticamente significativas.

**Tabla 11.** Coeficientes de correlación de Pearson relacionando el stress hídrico con el porcentaje de llenado de semillas, la biomasa, porcentaje de materia seca (%MS) y la duración del primer periodo vegetativo medido desde la plantación (PV1). Para una población de 162 genotipos de *Acroceras macrum*. \*:  $p$ -valor <0,05. \*\*:  $p$ -valor<0,01

	% de llenado de semillas	Biomasa	%MS	PV 1
Stress Hídrico	-0.12*	-0.11*	0.17**	0.15**

## DISCUSIÓN

### *Producción de semillas*

El peso de las semillas no mostro diferencias significativas entre familias, pero se observaron diferencias significativas en el peso de las semillas llenas destacándose las familias J y H que superaron a las demás familias y a los padres. El peso de las semillas llenas presenta una correlación alta con el porcentaje de llenado, esto podría estar indicando que el mayor peso (y muy posiblemente también mayor tamaño) de la semilla se corresponde a un aumento en las reservas. A su vez mayor contenido de reservas podrían explicar el mayor poder germinativo (20% superior) y energía germinativa (15% superior) de las semillas grandes respecto a las chicas observados en los ensayos de germinación, las primeras fueron además de más grandes casi el doble de pesadas que las semillas chicas. Por lo tanto, el peso de las semillas llenas podría considerarse como una importante variable a tener en cuenta en la selección orientada a mejorar la producción de semilla. Los ensayos de germinación también indicaron que las semillas con mayor acumulación de pigmento en los tegumentos presentaron un poder germinativo cercano al 60%, 20% más que las semillas grandes y un 40% mayor poder germinativo que las semillas sin pigmentación. Estos valores fueron superiores a los observados en otras especies como dentro del grupo Dilatata de *Paspalum*, donde se observó un poder germinativo promedio de 7% y *Setaria sphacelata* cv. Narok con un valor promedio de 15% (Bohacek, 2013). También superaron a los resultados de ensayos previos realizados en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNNE) con parte del material utilizado en esta tesina, donde el poder germinativo fue del 22,2% para el tratamiento con escarificación manual de las semillas (Ledesma, 2014). Una posible explicación a estas observaciones es que las semillas en esta especie podrían acumular pigmentos marrones a medida que aumentan en madurez. La escala Zadoks del trigo (Zadoks pudiendo corresponderse la semilla blanca grande con el estadio (Zadoks et al, 1974) presenta etapas que podrían corresponderse con los de *A. macrum*. En el estadio Zadoks 96, la semilla ocupa todo el tamaño de la espiguilla, es dura al tacto y su viabilidad es del 50%. Luego pasa por un estado de dormancia del cual sale en el estadio final 99 donde la semilla está completamente madura y han caído el 90% de las espiguillas. Los estadios 96 y 99 podrían corresponder a la

semilla blanca grande y a la semilla pigmentada, respectivamente. De esta manera podría explicarse que la energía germinativa en las semillas pigmentada fue superior incluso a la de las semillas grandes de igual peso, presentando valores cercanos al 25%, dado que en la muestra de semillas grandes no había solo semillas pigmentadas sino también blancas que podrían estar aún inmaduras. La energía germinativa del grupo de semillas pigmentadas superó al encontrado previamente con parte del material utilizado en esta tesina y en idéntico tratamiento de escarificación (manual), donde la EG fue de 5,2% (Ledesma, 2014). Estos resultados indican que la pigmentación y tamaño de las semillas efectivamente tendrían una influencia positiva tanto en el poder germinativo como en la energía germinativa. La coloración oscura podría corresponderse, entre otros, a sustancias para evitar la infección fúngica, dado que la especie se encuentra en humedales. También se observó en los ensayos de germinación que. Para incrementar en la muestra de semillas la proporción de semillas llenas y grandes de mayor PG, se podría aumentar la apertura del soplador.

También es de gran importancia destacar la correlación negativa que presenta el periodo vegetativo con el peso de las semillas llenas, éste aspecto sería importante a la hora de seleccionar plantas para el mejoramiento en la producción de semillas.

La familia A superó al resto de las familias y sus valores máximos fueron superiores al 50% de llenado. Los padres, por su parte sólo alcanzaron máximos de 17% de llenado. Esto es un indicio alentador de que el mejoramiento por selección en la calidad de semilla es posible en esta especie.

### ***Producción de biomasa***

En los resultados obtenidos del corte realizado al final del periodo primaveral podemos observar una gran variabilidad entre plantas. Se destaca la familia N que en promedio produjo más de 700 g de materia seca por planta valores similares a los que se obtuvieron en estudios con la misma especie realizados en la Facultad de Ciencias Agrarias donde obtuvieron valores promedios de 901,93 g de materia seca para los 26 genotipos de *A. macrum* (Weiss, 2013), también es destacable que entre los valores máximos de las familias se encontraron plantas que produjeron más de 1600g de materia seca. Los porcentajes de materia seca no presentaron variaciones significativas y se corresponden a los valores

característicos de las plantas C<sub>3</sub> de uso forrajero. Esto, si bien no se realizó un análisis nutricional de las plantas, alienta a pensar que no hubo familias con mayor contenido de fibras y la consecuente menor digestibilidad.

### ***Periodo Vegetativo***

Algunas familias presentaron una implantación precoz, comenzando emitir cañas florales a los 35 días después de haberse plantado. Esta es una característica importante que indica que la planta adquiere rápidamente una condición óptima tras ser plantada en los suelos del NEA de las características del de nuestro ensayo. Cuando evaluamos la duración del periodo vegetativo subsiguiente a la implantación los promedios por familia presentan una correlación significativa y positiva con la duración del primer periodo vegetativo evaluado desde la implantación, lo cual es deseable teniendo en cuenta que las plantas que se implantan precozmente tienen periodos vegetativos cortos y a su vez esto se correlaciona con mayor peso de las semillas.

Sin embargo, desde el punto de vista de la producción forrajera se busca que el periodo vegetativo sea mayor y la fase reproductiva sea lo más corta y pareja posible. Este comportamiento es habitual en otras especies subtropicales, como se observó en ecotipos de *Paspalum atratum* y *P. lenticulare* evaluados en la Facultad de Ciencias Agrarias (Marcon, 2014). Pero no fue el caso promedio de nuestro material de *A. macrum*, excepto tal vez por la familia A, cuya duración del periodo vegetativo fue en promedio de 106 días desde la plantación y en el periodo siguiente se prolongó hasta 329 días, siendo significativamente más largo que el de otras familias. De cualquier manera, los valores altos de CV indican que dentro de todas las familias algunos híbridos se comportaron más precoces disminuyendo los valores medios de PV, mientras que otros presentaron PV más largos.

### ***Floración***

Como puede observarse en el **Gráfico 3**, la floración fue larga y difusa en el tiempo, si bien alcanza su pico en el grueso para todas las familias a mediados de febrero. Esta es otra característica negativa de la especie a mejorar ya que no es deseable una fase de floración tan poco homogénea. El comienzo de la floración en casi todas las familias se dio en septiembre a diferencia de otras especies forrajeras subtropicales que empiezan a florecer

en los meses de noviembre y diciembre. Ejemplos de ello son *Paspalum simplex*, una especie nativa de la región del NEA que inicia el periodo de floración (Brugnoli et al., 2014), *Digitaria decumbens*, *Setharia sphacelata* y *Brachiaria brizanta* (Borrajo et al., 2008). Esta característica puede ser considerada desventajosa para el uso forrajero de la especie ya que es posible que durante el periodo de floración se observe una disminución de la digestibilidad y un aumento en la relación tallo/hoja. Sería de interés estudiar los cambios de la calidad nutricional a lo largo del ciclo anual en esta especie y relacionar estos cambios con la calidad de la producción de semillas, ya que es probable que guarden una correlación negativa. Una vez iniciada la floración, el número de cañas florales emitidas fue en aumento hasta el corte realizado al finalizar la primavera. En la mayoría de las familias hubo un marcado aumento en la producción de espigas durante el mes de noviembre, aunque el pico máximo no se alcanzó sino hasta febrero, a diferencia de lo observado en experiencias realizadas con la misma especie en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias donde el pico máximo de floración se dio en la segunda semana de Enero (Vonka, 2016), esto nos hace pensar que la floración en esta especie está muy condicionada por factores ambientales que podrían haber sido diferente en esos años.

#### ***Respuestas a distintos factores bióticos y abióticos:***

La incidencia de patógenos fúngicos se evidenció para la mayoría de las familias. La infección fue significativamente de mayor severidad en la familia A, respecto de la M y N, con una moda de 4 (en la escala de 1 a 5) y una media de 2,75. El resto de las familias presentó una sensibilidad media-baja a los patógenos. Rhind y Goodenough (1976) reportaron líneas con sensibilidad media alta a muy baja en la especie, siendo en su mayoría resistentes las líneas pentaploides ( $2n=5x=45$ ) y hexaploides ( $2n=6x=54$ ). En promedio de las líneas tetraploides de Sudáfrica (Rhind y Goodenough, 1976) presentaron una incidencia media-baja similar a lo observado en esta tesina.

En cuanto a los ataques de insectos, no hubo correlación entre el daño observado en mayo y las observaciones de diciembre, por lo que se puede inferir que los insectos atacaron en forma aleatoria en la población y no en relación a una mayor susceptibilidad o resistencia de las plantas.

Las 16 familias fueron visiblemente afectadas por la falta de disponibilidad de agua durante el periodo en el cual se realizaron las mediciones, esto es esperable dado que la especie tiene preferencia por suelos muy húmedos o anegados. Cabe destacar que se encontraron diferencias significativas entre la familia C y la familia B, donde la primera resistió mejor el estrés hídrico y la segunda fue la más afectada por la sequía. Las correlaciones negativas obtenidas para el stress hídrico con la biomasa y el llenado de granos, así como la correlación positiva con el porcentaje de materia seca, indican que las plantas que mejor toleraron la falta de agua produjeron mejor calidad de semillas y forraje en mayor cantidad y menor contenido de fibras. El stress hídrico está asociado con una disminución significativa en el rendimiento de granos y biomasa en muchas especies como el arroz (Sarvestani et al, 2008), trigo (Angus y Moncur, 1977) y maíz (Luo, 2010). Además, el stress hídrico se asoció positivamente con el periodo vegetativo evaluado desde la plantación, esto indica que las plantas que ingresaron antes a la fase de floración tras ser llevadas a campo, seguramente debido a una implantación precoz, sufrieron menor grado de stress hídrico. Un resultado similar, pero en trigo es descripto por Angus y Moncur (1977) donde el stress hídrico previo a la fase de floración alargó el periodo vegetativo. Dado que en la zona en general se presentan periodos de sequía durante las fechas en que *A. macrum* inicia su floración o previo a ella y que este factor parece ser fundamental para la producción forrajera y la calidad de la producción de semillas de esta especie, sería recomendable generar información de cómo se comporta la especie frente al stress hídrico y a partir de ello seleccionar genotipos superiores que resistan mejor los periodos de sequía.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se ha logrado una población, progenie de los genotipos y familias estudiadas, que ha permitido incrementar el número de genotipos de *Acroceras macrum*. Es factible que en esta población la variabilidad genética tenga una distribución continua dado que la especie es fundamentalmente alógama, que dicha población se obtuvo en polinización libre y que el número de plantas es elevado. Esta población servirá como base para dar inicio a la selección y el mejoramiento la especie.
- ✓ Las variables relacionadas con la producción y calidad de las semillas, así como la producción de Biomasa presentan una importante variabilidad entre las familias y algunos cruzamientos presentan promedios que superan a los de los padres. Estas características deberían considerarse al establecer los parámetros de selección. En otras variables como la pérdida causada por insectos o por enfermedades fúngicas la variabilidad que se observó entre las familias fue menor o nula. Esto podría deberse a que esas características responden a aspectos que no se han estudiado en esta tesina incluyendo factores no genéticos o que la cantidad de cruzamientos que dieron origen a las familias estudiadas fueron insuficientes para que la variabilidad (de existir) se exprese con mayor amplitud.
- ✓ Algunas variables como la duración del periodo vegetativo y stress hídrico se correlacionaron con el llenado de semillas y esto debería tenerse en cuenta a la hora de encarar el mejoramiento. A su madurez de los granos presentan una fertilidad aceptable para plantas alógamas, aspectos como el tamaño, peso y color de las semillas se correlacionan con la fertilidad de las mismas. Encarar un estudio de la diversidad de esas características sería de enorme utilidad si se desea mejorar la calidad de las semillas.



## BIBLIOGRAFIA

- Altuve S.M., Rollo Pallarés O., Pizzio R.M. (1994). Pasto Nilo (*Acroceras macrum* S.): una buena forrajera para campos bajos subtropicales. Noticias y Comentarios EEA-INTA Mercedes, 296.
- Angus J.F., Moncur M.W. 1977. Water stress and phenology in wheat. Australian Journal of Agricultural Research 28(2) 177 - 181.
- Avila R. E, Barbera P., Blanco L., Burghi V. H., De Battista J. P., Frsinelli C.C., y otros. (2014). Gramíneas forrajeras para el subtrópico y el semiárido central de la argentina. Ed INTA
- Bohacek, C.L. 2013. Instalación y Manejo de Parcelas Experimentales para la Evaluación de la Producción de Forrajes y Semillas de Especies de *Paspalum*. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.
- Borrajo C.I. 2009. Pasturas Subtropicales en el NEA. Jornada ganadera para extensionistas. 2009. URL [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_megatermicas/177-extensionistas\\_2009.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/177-extensionistas_2009.pdf)
- Brugnoli E.A., Urbani M.H., Quarín C.L., Zilli A.L., Martínez E.J. and Acuña C.A. 2014. Diversity in Apomictic Populations of *Paspalum simplex* Morong. CropScience, 54: 1656-1664.
- Esau, K.(1982). Anatomía de las plantas con semilla. Editorial Hemisferio Sur.
- Ferrari Usandizaga, S. C. (2015). Sistemas genéticos y diversidad en *Acroceras macrum* Stapf. Tesis Doctoral, UNR, Doctorado en Cs. Agrarias, Zaballa, Santa Fe
- Ferrari Usandizaga, S. C; Brugnoli, E. A., Weiss, A. I., Zilli, A. L., Schedler, M., Pagano, E. M., y otros. (2015). Genetic and morphological characterization of *Acroceras macrum* Stapf. Grass and Forage Science , 70 (4), 695–704.
- Garbulsky, M. F., & Deregibus, V. A. (2004). Country Pasture-Forage Resource Profiles: Argentina. Recuperado en Marzo de 2016.
- Lacadena, J. R. (1970). Genética Vegetal. Fundamentos de su Aplicación. Ed. AGESA. Madrid.
- Ledesma D.A. 2014, Germinación y heterosis en híbridos de *Acroceras macrum* Stapf. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.
- Marcon, F. 2014, Crecimiento estacional y fenología en ecotipo de *Paspalum atratum* y *P. lenticular*, Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.
- Rhind, J.M.L.C, Doodenough, D.C.W. 1976 The assessment and breeding of *Acroceras macrum* stapf die evaluasie en teling van *Acroceras macrum* stapf. 1976 Proc, Grassid. Soc. Sth. AFR.. 11:115-117
- Rhind, J.M.L.C, Doodenough, D.C.W. 1979. A Review *Acroceras macrum* stapf (nylegras). 1979. Proc. Grasid Soc. Sth. Afr. 14:27-36

Sarvestani ZT1, Pirdashti H, Sanavy SA, Balouchi H., 2008. Study of water stress effects in different growth stages on yield and yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Pakistan journal of Biological Science. 11(10):1303-9.

Skerman P.J., Riveros F. (1992). Gramíneas tropicales. FAO, Rome, Italy.

Vonka, T. B. 2015. Características reproductivas, producción de forraje y heterosis en híbridos de *Acroceras macrum* Stapf. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.

Weiss, A.I 2013, Variabilidad genética en el germoplasma de *Acroceras macrum* Stapf, Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.

Zuloaga, F. O., Morrone, O., Saenz, A. A. (1987). Estudio exomorfológico e histofoliar de las especies americanas del género *Acroceras* (Poaceae: Paniceae). Darwiniana, 28(1- 4), 191-217.