

## ANÁLISIS DE LAS VARIACIONES DE DENSIDAD ESTOMÁTICA FOLIAR EN *Trichloris crinita* ANTE DIFERENTES CONDICIONES HÍDRICAS.

María Amalia Trod<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> FCA-UNL; <sup>2</sup> CONICET.

Área: Ingeniería  
Sub-área: Agronomía  
Grupo: Y

**Palabras claves:** *Trichloris crinita*, estrés hídrico, dimensión foliar, distribución estomática, variabilidad adaptativa.

### INTRODUCCIÓN

La tolerancia a condiciones de estrés hídrico en especies vegetales provenientes de ambientes áridos responde a numerosas adaptaciones que hacen más eficiente el uso del agua. Estas plantas, presentan adaptaciones fisiológicas, morfológicas y anatómicas directamente asociadas al tipo de necesidades y ambiente en el cual se desarrollan (González Medrano, 2012). Las dimensiones foliares y su relación con la densidad y distribución de los estomas en la epidermis foliar constituyen aspectos relacionados con la adaptación al medio. Tanto la superficie foliar como la densidad estomática en la epidermis foliar pueden variar en función de las condiciones ambientales (Muir, 2015), resultando características de ajuste en el mecanismo de tolerancia a sequía dentro de la estación de crecimiento.

Entre las especies nativas con mayor potencial productivo de forraje para zonas áridas y semiáridas de Argentina se encuentra *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi. Esta especie, se distribuye en Argentina desde las provincias de Neuquén y Río Negro hasta el Noreste y Noroeste del país, abarcando las provincias fitogeográficas del Monte y Chaqueña (Zuloaga *et al.*, 1994).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar las variaciones en parámetros foliares y densidades estomáticas bajo dos diferentes condiciones hídricas a campo en materiales de *Trichloris crinita* procedentes de sitios con registros de precipitaciones anuales contrastantes.

### METODOLOGÍA

Se caracterizaron seis introducciones de *Trichloris crinita* procedentes de diferentes regiones de Argentina, facilitadas por el Banco de Germoplasma de la Facultad de Cs. Agrarias, Universidad Nacional del Litoral (Tabla 1). Las semillas se germinaron en macetas con tierra y arena en partes iguales y posteriormente llevadas a campo en noviembre de 2013. Se implantaron dos ensayos, localizados uno en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNL, Esperanza, provincia de Santa Fe (31°27'02"S, 60°55'56"W), y otro en la Estación Experimental INTA Catamarca (28°28'19"S, 65°43'55"W). Los individuos se ubicaron a campo en un diseño completamente aleatorizado con 5 repeticiones por introducción, considerando a cada ejemplar como una repetición. Para evitar el efecto del trasplante, las determinaciones se realizaron en la segunda temporada de crecimiento a campo.

**Proyecto: CAI+D UNL** Estudios de variación genética en gramíneas nativas mediante marcadores moleculares: Caracterización de la variabilidad genética en poblaciones nativas de *Trichloris sp.*

**Director del Proyecto:** Dr. Pablo Tomas (FCA-UNL)

**Director de Beca y Tesis:** Dr. Gerardo Cervigni (CEFOBI-CONICET)

**Co-Director de Beca y Tesis:** Dr. Pablo Tomas (FCA-UNL)

Tabla 1: Detalle de las introducciones de *Trichloris crinita* incluidas en este estudio y parámetros ambientales de su lugar de origen.

| Introducción | Provincia de Procedencia | Coordenadas geográficas |             | Altitud (msnm) | Precipitaciones (mm anuales) |
|--------------|--------------------------|-------------------------|-------------|----------------|------------------------------|
|              |                          | Latitud                 | Longitud    |                |                              |
| 3            | Mendoza                  | -34.7720830             | -68.6117500 | 1208,95        | 314,34                       |
| 6            | San Juan                 | -31.7254170             | -67.8462500 | 639,31         | 179,81                       |
| 10           | Córdoba                  | -29.8500280             | -64.6696940 | 190,9          | 516,39                       |
| 17           | Formosa                  | -25.1180270             | -59.9786380 | 115,64         | 929,75                       |
| 18           | Santa Fe                 | -28.7011110             | -60.0799160 | 62,24          | 1142,43                      |
| 41           | San Luis                 | -33.5094720             | -66.6575000 | 399,64         | 446,14                       |

En el mes de febrero de 2015 se tomaron muestras de hojas jóvenes completamente expandidas para cada genotipo en ambos ambientes de evaluación. Las muestras fueron fijadas y preservadas en FAA 18:1:1 (1 formol: 1 acético: 18 alcohol) hasta su análisis.

Mediante medición directa se determinó el Ancho de Lámina (AL) en la región central de la hoja muestreada. Los recuentos estomáticos se realizaron con microscopio óptico dotado de ocular graduado en 10 campos al azar para cada muestra. Además, considerando que en *Trichloris crinita* los estomas se ubican en forma lineal en la región intercostal de ambas epidermis foliares (Gil et al., 1992), se registró el número de regiones intercostales (RI). Las variables determinadas fueron las siguientes:

- Estomas por milímetro lineal de región intercostal en la epidermis abaxial (ELAB)
- Estomas por milímetro lineal de región intercostal en la epidermis adaxial (ELAD)
- Estomas por mm<sup>2</sup> en la epidermis abaxial (ESAB)
- Estomas por mm<sup>2</sup> en la epidermis adaxial (ESAD)

A partir de los valores obtenidos se estimaron los siguientes cocientes:

- Ratio número de regiones intercostales/ancho de lámina (RI/AL)
- Porcentaje de estomas mm<sup>2</sup> epidermis adaxial /estomas mm<sup>2</sup> en ambas epidermis (%AD).

Con el conjunto de variables determinadas se analizaron las diferencias entre introducciones dentro de cada ambiente mediante análisis de la varianza (ANVA), previo análisis de normalidad y homogeneidad de varianzas. Las medias por accesión fueron comparadas mediante el test de Tukey ( $p < 0,05$ ). En el caso de aquellas variables cuya distribución de datos no fue normal se realizó un análisis estadístico no paramétrico mediante Kruskal-Wallis.

Además, se determinó la correlación entre las variables analizadas en cada ambiente y en general y los respectivos valores de precipitación promedio anual en los sitios de origen de las accesiones, mediante el coeficiente Pearson. Todos los análisis se realizaron mediante software estadístico Infostat 2013 (Di Rienzo et al., 2013)

## RESULTADOS

### Ancho de lámina y parámetros de densidad estomática.

**Proyecto:** CAI+D UNL Estudios de variación genética en gramíneas nativas mediante marcadores moleculares: Caracterización de la variabilidad genética en poblaciones nativas de *Trichloris sp.*

**Director del Proyecto:** Dr. Pablo Tomas (FCA-UNL)

**Director de Beca y Tesis:** Dr. Gerardo Cervigni (CEFOBI-CONICET)

**Co-Director de Beca y Tesis:** Dr. Pablo Tomas (FCA-UNL)

En el ensayo localizado en Catamarca (menores precipitaciones), todas las variables presentaron diferencia significativa entre introducciones, siendo la 17 y 18 las que registraron los mayores valores de densidad estomática en general, AL y RI/AL. Por otro lado, la introducción 10 presentó los menores registros para todas las variables analizadas.

En el ensayo localizado en Esperanza (mayores precipitaciones), se observaron diferencias entre introducciones para la mayoría de las variables analizadas con excepción de ELAB y %AD. La introducción 10, se comportó diferente al resto de los materiales, presentando menores valores de AL respecto a Catamarca. Además, esta introducción presentó para RI/AL, ESAD y ESAB registros ubicados entre los mayores valores observados. Aunque esta población presentó el menor registro para AL, el incremento en la relación RI/AL explica los valores elevados de densidad estomática por unidad de superficie similares a los observados para las poblaciones 17 y 18 (Tabla 2).

Las diferencias significativas registradas para todas las variables en el ambiente Catamarca fueron debidas a los valores presentados por la introducción 10, para la cual los registros fueron mucho menores y/o extremos a los de las restantes introducciones. Fundamentalmente, los bajos registros de esta introducción para AL y de las regiones intercostales influyeron en la densidad estomática tanto en mm lineal como en mm<sup>2</sup> en ambas superficies foliares.

Por otro lado, en el ensayo localizado en Esperanza, la introducción 10 presentó el menor registro de AL, pero el elevado número de regiones intercostales repercutió sobre la estimación final de la densidad estomática, obteniendo valores similares a los de las restantes introducciones.

**Tabla 2:** Valores medios para cada variable analizada y respectivo test de comparación de medias de Tukey ( $p < 0,05$ ) para datos normales y Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) para datos no normales\*. Letras diferentes indican diferencias significativas.

| Ambiente de evaluación | Introd. | AL     | RI/AL    | ELAD*   | ELAB*   | ESAD*     | ESAB      | %AD*   |
|------------------------|---------|--------|----------|---------|---------|-----------|-----------|--------|
| Catamarca              | 3       | 3,6 B  | 2,39 BC  | 31,4 A  | 34,8 BC | 154,0 A   | 166,2 CD  | 0,46 A |
|                        | 6       | 4,8 AB | 2,65 A-C | 30,9 A  | 39,8 AB | 166,3 A   | 212,8 BC  | 0,43 A |
|                        | 10      | 3,2 B  | 1,97 C   | 3,8 B   | 22,4 C  | 15,7 B    | 88,8 D    | 0,14 B |
|                        | 17      | 6,2 A  | 3,21 A   | 33,4 A  | 49,3 A  | 213,8 A   | 316,5 A   | 0,40 A |
|                        | 18      | 6,0 AB | 2,80 AB  | 33,6 A  | 48,8 A  | 190,5 A   | 274,5 AB  | 0,41 A |
|                        | 41      | 5,0 AB | 2,06 BC  | 30,6 A  | 44,2 AB | 130,2 AB  | 186,9 B-D | 0,41 A |
| Esperanza              | 3       | 4,0 CD | 2,7 A    | 32,9 AB | 40,0    | 177,0 C   | 213,5 B   | 0,45   |
|                        | 6       | 6,4 AB | 2,6 C    | 37,8 AB | 41,9    | 192,8 BC  | 213,5 B   | 0,47   |
|                        | 10      | 2,0 D  | 4,1 A    | 31,2 B  | 39,2    | 254,3 AB  | 319,1 A   | 0,44   |
|                        | 17      | 7,2 A  | 3,4 A-C  | 35,2 AB | 49,7    | 240,3 A-C | 337,6 A   | 0,42   |
|                        | 18      | 7,0 A  | 3,6 AB   | 38,9 A  | 50,2    | 277,6 A   | 357,3 A   | 0,44   |
|                        | 41      | 4,6 BC | 2,7 C    | 36,0 AB | 43,3    | 194,5 BC  | 232,1 B   | 0,44   |

**Proyecto: CAI+D UNL** Estudios de variación genética en gramíneas nativas mediante marcadores moleculares: Caracterización de la variabilidad genética en poblaciones nativas de *Trichloris sp.*

**Director del Proyecto:** Dr. Pablo Tomas (FCA-UNL)

**Director de Beca y Tesis:** Dr. Gerardo Cervigni (CEFOBI-CONICET)

**Co-Director de Beca y Tesis:** Dr. Pablo Tomas (FCA-UNL)

## Correlación con precipitaciones en sitio de origen.

Se observó que la gran mayoría de las variables presentaron correlación significativa con el promedio mensual anual de precipitaciones en los lugares de origen de cada introducción, tanto para el conjunto de datos como para los valores registrados en cada ambiente por separado (Tabla 3). Este resultado indica una marcada asociación entre las variaciones observadas y las condiciones hídricas promedio del sitio de colecta del material.

**Tabla 3:** Análisis de correlación entre los valores de precipitación promedio anual en los sitios de origen de las introducciones y las variables analizadas.

| Variables | Ambiente |         |          |
|-----------|----------|---------|----------|
|           | CAT      | ESP     | Ambos    |
| AL        | 0,55 **  | 0,43 *  | 0,46 **  |
| RI/AL     | 0,42 *   | 0,46 *  | 0,39 **  |
| ELAB      | 0,46 *   | 0,52 ** | 0,46 **  |
| ELAD      | 0,17 ns  | 0,21 ns | 0,15 ns  |
| ESAB      | 0,53 **  | 0,76 ** | 0,58 **  |
| ESAD      | 0,31 *   | 0,62 ** | 0,36 **  |
| %AD       | -0,03 ns | -0,39 * | -0,10 ns |

## CONCLUSIONES

- Tanto el ancho de lámina como los parámetros de densidad estomática foliar constituyen variables adaptativas a la condición hídrica.
- Se observaron diferentes niveles de plasticidad fenotípica para las variables bajo estudio.
- Los mayores niveles de variación adaptativa fueron observables en el ambiente con mayor disponibilidad hídrica.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M.,** 2013. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Gil S.P., Pons S.M., Ruiz G.M.,** 1992. Identificación en base a características epidérmicas de especies forrajeras nativas del bosque chaqueño occidental de la provincia de Córdoba. I. Poáceas. Agriscientia, 9, 31-43.
- González Medrano F.,** 2012. Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto de Nacional de Ecología. 194 pp.
- Muir C.D.,** 2015. Making pore choices: repeated regime shifts in stomatal ratio. Int. Proc. R. Soc. B, 282, 1498.
- Zuloaga F.O, Nicora E.G., Rúgolo de Agrasar Z.E., Morrone O., Pensiero J.F., Cialdella A.M.,** 1994. Catálogo de la familia Poaceae en la República Argentina. Missouri Botanical Garden, Monographs Systematic Botany, Vol. 47, 178 pp.

**Proyecto: CAI+D UNL** Estudios de variación genética en gramíneas nativas mediante marcadores moleculares: Caracterización de la variabilidad genética en poblaciones nativas de *Trichloris sp.*

**Director del Proyecto:** Dr. Pablo Tomas (FCA-UNL)

**Director de Beca y Tesis:** Dr. Gerardo Cervigni (CEFOBI-CONICET)

**Co-Director de Beca y Tesis:** Dr. Pablo Tomas (FCA-UNL)