

**VARIABILIDAD PARA EL CONTENIDO DE BETAINA EN
ZACATON ALCALINO (*Sporobolus airoides* Torr) BAJO
CONDICIONES DE SEQUIA***

Adolfo Ortegón Pérez¹
Sathyanarayanaiah Kuruvadi²

RESUMEN

Se evaluaron 13 colecciones de zacatón alcalino provenientes de poblaciones nativas, mediante un diseño de bloques al azar con 2 repeticiones, con el objeto de estudiar la variabilidad para el contenido de betaina y estimar correlaciones entre el contenido de betaina y rendimiento de forraje bajo sequía.

El análisis de varianza muestra diferencia significativa para el contenido de betaina en los genotipos, esto indica una considerable variabilidad. El promedio de betaina osciló entre 2.92 a 4.14% con un promedio de 3.36%. Las colecciones de Chihuahua 90 (4.16%) y San Luis Potosí 190 (3.96%), registraron alto contenido de betaina; esto da un mayor índice de tolerancia a sequía. Estas 2 colecciones pueden ser utilizadas como progenitores donantes de genes para betaina, en la formación de variedades de zacatón alcalino resistentes a sequía. No se encontró correlación significativa entre el contenido de betaina y el rendimiento de forraje ($r=0.248$).

INTRODUCCION

El zacatón alcalino (*Sporobolus airoides* Torr.) es una de las especies forrajeras que se encuentran en zonas áridas de los Estados del Norte de la República Mexicana. Esta especie es altamente resistente a sequía, tempera-

¹ Ing. y 2 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. Agronomía, UAAAN.

* Trabajo de tesis presentado para obtener el grado de MC, de 1.

turas extremas de 45°C a -20°C; produce buen rendimiento de forraje con buena calidad y tiene mejor adaptación en las zonas áridas, donde otras especies forrajeras no pueden sobrevivir.

Ortegón y Sathyanarayanaiah (1985) identificaron 5 colecciones sobresalientes para el rendimiento de forraje, con resistencia a sequía en zacatón alcalino, en evaluaciones de diferentes colecciones por 6 años consecutivos, en las localidades de Navidad, N.L. y Ocampo, Coah. Se pueden identificar variedades resistentes a sequía con diferentes metodologías. Sathyanarayanaiah (1980) enumeró diversos métodos útiles para destacar variedades resistentes a sequía, como son: rendimiento de los genotipos, directamente en el campo bajo sequía; medición de la tasa de fotosíntesis, densidad, tamaño y comportamiento de los estomas; estudio del potencial y modelo del sistema radicular; agua retenida en las hojas cortadas; medición de la temperatura de las hojas; cálculo del potencial hídrico con los tejidos de la planta; medición de la tasa de transpiración; porcentaje de germinación de las semillas a diferentes presiones osmóticas con manitol; contenido de ácido abscísico, prolina y betaina; presencia de cuatina, pubescencia y enrrollamiento de las hojas; cálculo del índice de área foliar; evaluación del factor de recuperación después del castigo de agua, en diferentes etapas de la planta; producción de enzimas, proteínas y aminoácidos, etc. El mismo autor, además, indica que los resultados de estas pruebas permiten clasificar variedades con diferentes grados de resistencia a sequía y mecanismos que operan en la misma.

En años recientes muchos investigadores están trabajando en las áreas de la actividad bioquímica con relación a sequía. Es conocido que ciertos componentes bioquímicos se acumulan durante el período de stress de agua, y dan un valor superior de adaptación y resistencia a sequía en los cultivos (Qualset, 1979).

En la literatura publicada no se cuenta con información sobre sustancias químicas y su relación con resistencia a sequía en zacatón alcalino. Los objetivos principales de esta investigación fueron: estudiar la variabilidad para el contenido de betaina; identificar mejores variedades para el rendimiento de forraje en combinación con alta concentración de betaina; estimar correlaciones entre el contenido de betaina y rendimiento de forraje bajo sequía.

REVISION DE LITERATURA

El déficit de agua influye en los procesos fisiológicos asociados con la productividad del cultivo, tales como: comportamiento de estomas, fotosíntesis, respiración, translocación y desequilibrio en la producción de hormonas, pero aumenta la producción de ácido abscísico, betaina y prolina, cuando las plantas están expuestas a stress de agua.

El contenido de ácido abscísico se puede aumentar marcadamente en las hojas de las plantas sujetas a stress de agua (Wright, 1969) y se ha observado que este ácido regula la apertura estomatal, en las plantas que se desarrollan en condiciones de escasa humedad (Tal e Imber, 1972).

Larque y Wain (1974) evaluaron 3 variedades para el contenido de ácido abscísico en maíz bajo sequía y riego. El contenido de este ácido aumenta 3 ó 4 veces más en las variedades bajo condiciones de sequía, en comparación con riego. La variedad Latente es altamente resistente a sequía en el campo, tomando como criterio el rendimiento por hectárea produciendo 50.2 unidades de ácido abscísico en comparación de 18.8 unidades en las variedades susceptibles. Estos investigadores sugieren que el contenido de ácido abscísico se puede utilizar como índice para seleccionar variedades resistentes a sequía.

Singh *et al.* (1972) mencionaron que el aminoácido prolina se acumula en las hojas de muchos cultivos, incluyendo cereales, algodón y tabaco durante el tiempo de stress, y concluyeron que existen diferencias considerables para la acumulación de prolina en las hojas de los cultivos para el mismo nivel de potencial de agua. La acumulación de prolina actúa en la sobrevivencia durante el período de stress al nivel de plántula. Existen correlaciones entre cultivares con alta acumulación de prolina y alto rendimiento bajo temporal, y sugieren que la cantidad de prolina puede usarse como indicador para seleccionar genotipos con resistencia a sequía en los programas de cereales.

MATERIALES Y METODOS

El tipo de clima de Ocampo, Coahuila, es seco templado muy extremoso, lluvias escasas todo el año, pero abundante en el verano; terrenos planos, suelo de origen aluvial con textura migajón limoso medianamente alcalino; el contenido de materia orgánica es de mediano a rico, y el tipo de vegeta-

ción corresponde al semi desértico. En Ocampo existe el clima representativo de sequía y apropiado para estudiar la variabilidad del contenido de betaina en los genotipos.

La semilla de 13 colecciones de zacatón alcalino fueron cosechadas en forma masal en 7 diferentes Estados de la República Mexicana; 2 en cada uno de los Estados de: Aguascalientes, Zacatecas y Chihuahua; 3 en San Luis Potosí y Durango, y uno en Nuevo León. Estos recursos nativos contienen una amplia gama de variabilidad para componentes del rendimiento y otras características agronómicas de forraje.

La semilla de cada variedad se sembró en 4 surcos de 5 m de longitud cada uno, con una distancia de 90 cm entre surcos. Se realizaron prácticas culturales para eliminar malas hierbas; no se fertilizó y no se tuvo problema con plagas y enfermedades.

Para determinar el contenido de betaina en zacatón alcalino, como parámetro auxiliar para identificar genotipos con resistencia a sequía, se tomaron muestras de forraje verde de 200 g antes de la floración, incluyendo tallos y hojas desde la base de planta. Las muestras fueron tomadas en forma representativa en cada parcela, utilizando 2 repeticiones; las muestras se colocaron en bolsas de plástico previa identificación y se conservaron en hielo para trasladarse al laboratorio del Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), en Saltillo, donde se realizó el análisis bioquímico con la técnica recomendada por Wyn-Jhons, para la determinación del contenido de betaina.

Se tomaron muestras de suelo de 3 profundidades: 0-20, 21-40 y 41-60 cm, para determinar el porcentaje de humedad en las 3 diferentes profundidades de suelo. Las muestras de suelo se colocaron en frascos de vidrio limpios y secos; mediante el peso de suelo húmedo obtenido en el campo, con peso seco obtenido en el laboratorio (a 60°C por 48 h), se determinó el porcentaje de humedad. Los datos se analizaron estadísticamente bajo el diseño de bloques al azar con 2 repeticiones, y se estimaron las correlaciones entre betaina con rendimiento de forraje seco del campo bajo temporal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La humedad en el primer (0-21 cm), segundo (21 a 40 cm) y tercer perfil (41 a 60 cm) del suelo, varió entre 0.5 a 7%, 1.3 a 6.5% y 2.6 a 9.4%,

respectivamente, lo que indica que el contenido de humedad en todos los perfiles fue muy bajo y se considera que al tiempo de tomar la muestra de forraje para analizar contenido de betaina, se tenía una fuerte sequía en el suelo. El análisis de varianza para el contenido de betaina en zacatón alcalino se presenta en el Cuadro 1 y muestra diferencia significativa entre los genotipos probados bajo condiciones de sequía, lo que indica una considerable variación para este carácter. El coeficiente de variación para el contenido de betaina, en este experimento fue 13.06%, lo que indica que los resultados son confiables (Cuadro 1).

Hitz *et al.* (1982) encontraron diferencia significativa para el contenido de betaina en la hoja bandera y tallos en cebada bajo sequía; bajo riego no se manifestó mucha diferencia.

Cuadro 1. Análisis de varianza de zacatón alcalino para contenido de betaina bajo condiciones de sequía en Ocampo, Coahuila.

Fuente de variación	Grados de libertad	F calculada
Repeticiones	1	0.580
Tratamientos	12	0.813*
Error	12	0.913
Total	25	0.517

El promedio de betaina en los genotipos de zacatón alcalino osciló entre 2.92% a 4.16% con un promedio de 3.36% (Cuadro 2). El genotipo Chihuahua 90 produjo la máxima cantidad de betaina (4.16%); le siguió San Luis Potosí 190 (3.96%). Los genotipos Aguascalientes 13, Durango 132 y Chihuahua 172, produjeron igual porcentaje de betaina (3.54%) y los genotipos restantes produjeron el porcentaje más bajo en esta investigación.

La variedad Chihuahua 90 y San Luis Potosí 190 pueden utilizarse como progenitores donantes para alto contenido de betaina, en programas de fitomejoramiento de zacatón alcalino, para desarrollar variedades resistentes a sequía.

Cuadro 2. Promedio de betáína en los genotipos de zacatón alcalino bajo sequía en Ocampo, Coahuila.

Genotipo	Betáína (%)
Chihuahua 90	4.16
San Luis Potosí 190	3.96
Aguascalientes 13	3.54
Durango 132	3.54
Chihuahua 172	3.54
Zacatecas 90	3.34
Aguascalientes	3.33
San Luis Potosí 67	3.33
San Luis Potosí 244	3.33
Durango 95	2.92
Durango 202	2.92
Nuevo León 59	2.92
Promedio	3.36
DMS 0.05%	0.96

Hanson y Nelson (1978) mencionan que la betáína es un compuesto derivado de clorina e interviene en la resistencia a sequía y da valor a una mejor adaptación en los genotipos. La producción de betáína aumenta en la planta durante el tiempo de stress, y puede utilizarse como un indicador válido para seleccionar variedades con resistencia a sequía.

En este trabajo no se encontró correlación entre el contenido de betáína y rendimiento de forraje ($r = 0.248$); esto se debió, probablemente, a que se utilizaron sólo 2 repeticiones y los datos de sólo una localidad.

CONCLUSIONES

1. Existe variabilidad considerable para el contenido de betáína en los genotipos de zacatón alcalino.
2. Se identifican 2 colecciones: Chihuahua 90 y San Luis Potosí 190, con alto porcentaje de betáína; estos genotipos pueden utilizarse como progenitores en programas de hibridación.

3. En este tipo de estudios se deben utilizar 4 ó más repeticiones, y procesar y analizar inmediatamente las muestras del campo; deben estudiarse las correlaciones con diferentes características cuantitativas.

BIBLIOGRAFIA

- Ortegón P.A. y Sathyanarayanaiah K. 1985. Evaluación de colecciones de zacatón alcalino (*Sporobolus airoides* Torr.) en la formación de variedades bajo sequía. Agraria, Revista Científica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 1(2):107-121.
- Hanson, A.D., C.E. Nelson. 1978. Betaine accumulation and its metabolism in water stressed barley leaves. *Plant Physiology*. 62:305-312.
- Hitz, W.D., J. Ladyman, A.D. Hanson. 1982. Betaine synthesis and accumulation in barley during field water-stress. *Crop Sci.* 22:47-54.
- Larque, A. and R.L. Wain. 1974. Abscicic acid levels in relation to drought tolerance in the varieties of *Zea mays*. *Nature*. 251:716-719.
- Larque, A. and R.L. Wain. 1974. Abscicic acid levels in relation to drought tolerance in the varieties of *Zea mays*. *Nature*. 251:716-719.
- Qualset, C.O. 1979. Breeding for drought resistance in maize. Presented at the SAFGRAD. International Institute for Tropical Agriculture maize Workshop. Australia, p. 1-16.
- Sathyanarayanaiah, K. 1980. Genetic studies on dryland wheat (*Triticum durum*). Agricultural Canada Research Station. Post Doctoral Research Investigation. Swift Current, Saskatchewan, Canada.
- Singh, T.N., D. Aspinale and L.G. Paleng. 1972. Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: A potential metabolic measure of drought resistance. *New Biol.* 236:188-190.
- Tal, M. and D. Imber. 1972. The effect of abscisic acid on stomatal behaviour in flacca, a wilty mutant of tomato in darkness, *New Phytol.* 71:81-84.
- Wright, S.T.C. 1969. An increase in the inhibitor B content of detached wheat leaves following a period of wilting. *New Phytol.* 86:10-20.