

## Variabilidad Intraespecífica para Tolerancia a la Densidad Poblacional

Mónica López Pereira(1), Francisco Salvatelli(2), Nóra Trápani(2), Antonio Hall(2).  
(1) Cátedra de Cultivos Industriales; (2) Cátedra de Fisiología Vegetal y Ecología Vegetal-IFEVA.  
Facultad de Agronomía, UBA, Avda San Martín 4453, 1417. Buenos Aires, Argentina.

### Antecedentes

Los procedimientos usuales de mejoramiento en girasol generalmente no incluyen acciones dirigidas explícitamente a mejorar la tolerancia a la densidad poblacional, y consecuentemente, tienden a jugar en contra del mantenimiento de individuos "competidores débiles" (Donald, 1968; Donald y Hamblin, 1983; Reynolds et al., 1994) dentro de las poblaciones seleccionadas.

### Objetivo

Explorar la variabilidad intra específica para la tolerancia a la densidad poblacional con el fin de contrastar el comportamiento de las plantas de cada híbrido en siembras de alta o media densidad con el de cultivos del mismo híbrido a baja densidad. El objetivo fue buscar indicadores, diferentes al rendimiento, de variabilidad intraespecífica para tolerancia a la alta densidad.

Para cumplir con este objetivo se utilizaron dos aproximaciones:

- Ensayos conducidos en la FAUBA sobre un rango importante de densidades y genotipos.
- Red de ensayos multistilo y multigenotipo a tres densidades.

### Materiales y Métodos

Experimento realizado en la FAUBA - Cultivo - Año 2002-2003 - Contiflor 9. Las plantas se mantuvieron en condiciones hídricas y nutricionales no limitantes, se protegieron de plagas, enfermedades malezas y viento.

Tratamientos: Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 7 repeticiones. En la Tabla 1 se detallan los tratamientos utilizados en este experimento.

Variables de respuesta: Se midió la longitud y peso del cuarto de entrenudo, altura de planta a estrella visible y antesis, ángulo de los tallos respecto de la vertical y número de granos totales por planta.

Distancia entre Plantas (cm)	Área (m <sup>2</sup> pl <sup>-1</sup> )	Densidad (pl m <sup>-2</sup> )
10	0.07	14.3
14	0.098	10.2
21	0.147	6.8
28	0.196	5.1
40	0.28	3.6
56	0.392	2.6
70	0.490	2.0

Red de ensayos de densidades

Cultivo - Se sembró una red de ensayos en 10 localidades: Sampauch, Colón, América, Mar del Plata, Miramar, Pergamino, Balcarce, Venado Tuerto, Daireaux, Junín en asociación con los semilleros y grupos CREA. Los ensayos de las 4 primeras localidades se perdieron totalmente mientras que los ensayos de las localidades de Pergamino y Balcarce se perdió parte de las parcelas.

Tratamientos: Se sembraron 12 cultivares elegidos por los mejoradores (Tabla 2) y 3 densidades (Tabla 3). Se utilizó un diseño factorial con 2 factores (densidad y cultivar) y con 3 repeticiones por tratamiento. El tamaño de las parcelas fue de 4 surcos de 6 m de longitud distanciados a 0.70m entre sí.

Mediciones: Se midió la longitud del 4to entrenudo, altura de planta a antesis, diámetro de tallo, número de granos totales y llenos por planta, peso unitario de grano, concentración de aceite y rendimiento.

Tabla 2. Híbridos utilizados en ensayos de la Red

Nombre	Empresa
Dk 3920	Dekalb-Monsanto
DK 3900	Dekalb-Monsanto
Dk4050	Dekalb-Monsanto
CF 17	Advanta
Aguará	Advanta
Paraiso 20	Nidera
Paraiso 30	Nidera
MG2	Morgan
MG59	Morgan
ACA 884	ACA
ACA 885	ACA
Zenith	Sunsem

Distancia entre Plantas (cm)	Área (m <sup>2</sup> pl <sup>-1</sup> )	Densidad (pl m <sup>-2</sup> )
17	0.083	8.6
28	0.191	5.0
56	0.388	2.56

### Resultados

Experimento realizado en la FAUBA

La altura de las plantas, en estrella visible en los tratamientos más densos (14.3 pl m<sup>-2</sup>) alcanzó valores significativamente mayores (en más de un 50%) a los tratamientos menos densos (2 pl m<sup>-2</sup>). Sin embargo, en antesis las diferencias en altura desaparecieron (p>0.05). La longitud del cuarto entrenudo mostró una asociación significativa y positiva con la altura de las plantas a estrella visible de los distintos tratamientos de densidad (p<0.02 y R<sup>2</sup>=0.87). Si bien los entrenudos fueron más largos y pesados a medida que aumentó la densidad (p<0.02 y R<sup>2</sup>=0.87) el aumento en la longitud de los entrenudos fue mayor que el incremento en su peso. En estrella visible además los tallos de las plantas más densas se inclinaron hacia los entrenudos en forma alternada. El ángulo de inclinación aumentó con la densidad (p<0.0001; b= 0.64±0.11 o/pl m<sup>-2</sup>, R<sup>2</sup>=0.70). La inclinación se produjo más temprano en el ciclo de crecimiento en los tratamientos de alta densidad. En la Tabla 4 se muestran los valores de las variables citadas previamente para las dos densidades extremas. Los cambios en la longitud del cuarto entrenudo debidos a la densidad se asociaron significativamente al número de granos totales (Figura 1). Esta asociación permitió contar con una variable sencilla y sensible a las respuestas del girasol a la densidad.

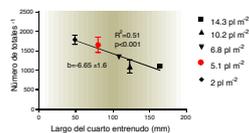


Figura 1. Relación entre el número de granos totales por planta y el largo del cuarto entrenudo de plantas de girasol creciendo en condiciones no limitantes y protegidas del viento en la FAUBA. Las barras sobre los símbolos indican ± el error estándar de la media, n=9

-Red multistilo de ensayos: Para comparar las diferencias en sensibilidad de los cultivares en la longitud del cuarto entrenudo a la densidad se utilizó la pendiente de la relación entre ambas variables (Figura 2). Debido a diferencias significativas entre híbridos del coeficiente a de la recta regresión se normalizaron los datos y se recalculó la pendiente. El valor de esta pendiente (tasa de cambio porcentual) indica cuánto varía en términos relativos el largo del cuarto entrenudo por cada planta que se agregue en la unidad de superficie.

Se registraron diferencias marcadas entre localidades e híbridos para la tasa de cambio porcentual. El ordenamiento de los híbridos según la variable analiza difirió entre localidades, poniendo de manifiesto la existencia de interacción genotipo-ambiente (Figura 3).

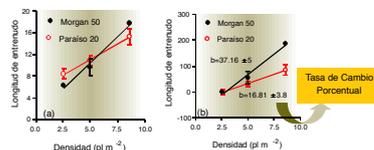


Figura 2. Relación entre la longitud del cuarto entrenudo (cm) y la densidad de plantas en términos absolutos (a) y relativos (b). Los datos en (a) son el incremento en la longitud del cuarto entrenudo; se expresaron como valor relativo a la longitud del cuarto entrenudo a la densidad más baja. El valor de la pendiente de la relación entre ambas variables en términos relativos (tasa de cambio porcentual) indica cuánto varía en términos relativos el largo del cuarto entrenudo por cada planta que se agrega en la unidad de superficie.

Tabla 4. Longitud del cuarto entrenudo (mm), ángulo del tallo respecto de la vertical (grados), altura de planta en estrella visible (m) y número de granos totales por planta promedio y variación porcentual de las variables citadas previamente de los dos tratamientos de densidad extremos (14.3 y 2 pl m<sup>-2</sup>) evaluados en el experimento FAUBA.

	Densidad (pl m <sup>-2</sup> )	Variación (%)
	14.3	2
Longitud 4 <sup>to</sup> entrenudo (mm)	148±23.28	47.5±11.7
Ángulo del tallo respecto de la vertical (grados)	6.47±1.43	0
Altura de planta en estrella visible (m)	0.52±0.05	0.54±0.02
Número de granos totales por planta	103±109	177±205

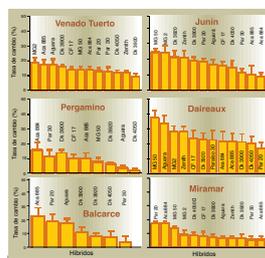


Figura 3. Tasa de cambio porcentual del largo del cuarto entrenudo de plantas de girasol en función de la densidad en seis localidades de la red de ensayos de densidades. Las tasas se expresan en términos relativos al valor del cuarto entrenudo de plantas en densidad 2.6 pl m<sup>-2</sup>.

### Conclusiones

El aumento en la densidad determinó una mayor altura de plantas, inclinación de tallos, longitud de los entrenudos en etapas tempranas del cultivo de girasol. La longitud del cuarto entrenudo se relacionó con el número de granos totales por planta pudiendo considerársela como un indicador primario de los efectos negativos de la mayor densidad sobre uno de los componentes del rendimiento.

La tasa de cambio porcentual permitió identificar diferencias entre localidades y variabilidad entre híbridos constituyéndose en un indicador potencialmente útil para evaluar respuesta a la densidad entre híbridos.

Los resultados preliminares de estos ensayos ponen en evidencia la existencia de una serie de respuestas tempranas (i.e. longitud de entrenudos, diámetro de tallo, inclinación de tallos) que están relacionadas con la sensibilidad a la densidad y que difieren entre los híbridos evaluados en esta red de ensayos.

### Bibliografía

- Donald, C.M., 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17: 385-402.
- Donald, C.M., 1981. Competitive plants, communal plants, and yield in wheat crops. p. 223-247. In L.T. Evans and W.J. Peacock (eds.), *Wheat Science Today and Tomorrow*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Donald, C.M., and J. Hamblin, 1983. The convergent evolution of annual seed crops in agriculture. *Adv. Agron.* 35: 97-143.

### Agradecimientos

A Abelardo de la Vega (Advanta semillas), Amalberto Vázquez (Nidera), Amelia Bertero de Romano (Nidera), Guillermo Pozzi Jáuregui (Morgan), Gustavo Duarte (AACREA), José Bruniard (ACA), José Ró (Monsanto), Santiago González Venzano (AACREA) por su asistencia profesional y logística.