

## **Diseño de un método para obtener de manera pertinente, cultivos de *Zea mays* aptos para la agricultura salina**

CARRILLO-CASTAÑEDA, Guillermo M.

G. Carrillo

Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Recursos Genéticos y Productividad-Genética. Km. 36.5 Carr. Fed. México-  
Texcoco. Montecillo, Municipio de Texcoco, Méx. 56230. México  
carrillo@colpos.mx

F. Pérez, E. Figueroa, L. Godínez, R. Pérez (eds.) Ciencias de la Biología, Agronomía y Economía. Handbook T-II.-  
©ECORFAN, Texcoco de Mora, México, 2017.

## Abstract

Salt accumulation limits agricultural productivity particularly in arid and semi-arid regions of the world. Crop adaptation to saline environments occurs by an efficient regulation of both ion and water homeostasis. Preconditioning increases the extent and differences of response of potentialities of seeds and it is considered an optimum condition for identifying and selecting salt tolerant crop varieties. Yellow and white corn was selected. From yellow corn whose seed weight (100 seeds) was higher than 30 g, 4 types were able to germinate more than 60 % in a saline solution and were selected (10%) and from white corn whose seed weight (100 seeds) was higher than 30 g, 10 types were able to germinate more than 60 % in the saline solution (26.3%). White seeds resulted more tolerant to salinity since a higher percentage of the tested seeds were able to germinate (26.3%) in the saline solution than the yellow seeds (10%).

## 8 Introducción

Los problemas más graves que enfrenta la agricultura moderna son: la escasez de agua dulce, el aumento de la salinización de las tierras agrícolas principalmente por cloruro de sodio debido al mal manejo, la erosión de los suelos y los efectos del cambio climático global, porque están causando importantes disminuciones de la productividad de los cultivos, situación que se han acrecentado en los últimos años. Autores estiman que 20% de las tierras cultivadas del mundo y hasta la mitad de todas las tierras de regadío están actualmente afectadas por la salinidad, cifras que se espera, sigan empeorando. El mejor abastecimiento de agua para fines agrícolas será cada vez menor (Rozema y Flowers, 2008). Como consecuencia de estos datos dramáticos, ya desde el siglo pasado ciertos autores indicaban que la agricultura salina se perfila como la nueva frontera para la producción de alimentos. (Flowers y Yeo, 1995).

Por otro lado, los cultivos desarrollados en condiciones salinas producen frutos de mejor sabor, mayor calidad nutricional porque en ellos está incrementada la acumulación de hierro y cobre (Safarzadeh *et al.*, 2010), así como de azúcares solubles en el fruto maduro (Jing *et al.*, 2007). Los azúcares son el mayor componente de los sólidos solubles del fruto maduro de *Solanum lycopersicum* (Shao-wei *et al.*, 2010). Cuando los cultivos de *S. lycopersicum* cv Cherry Naomi son irrigados con agua de mar diluida (12%; CE = 10 mS/cm) la calidad nutricional se mejora pues los frutos, al ser analizados en la fase de rojo maduro, mostraron mayor acidez titulable, concentración de azúcares reductores, cantidades de vitamina C, vitamina E, ácido dihidrolipoico y ácido clorogénico (Sgherri *et al.*, 2008; Grasselly *et al.*, 2009) y, también demostraron que los jitomates desarrollados en presencia de sal (hasta CE = 13 mS/cm) son en general de mejor calidad en comparación con los frutos de las plantas regadas con agua sin sal.

Relación sequía salinidad. El efecto de la falta de agua en el rendimiento de maíz fue estudiado en un experimento cultivando las plantas bajo condiciones de sequía y de salinidad (Katerji *et al.*, 2004) y se encontró, basados en el criterio de producción de grano, que los cultivos de maíz respondieron igual al ser desarrollados en condición salina o bajo sequía ya que el rendimiento de maíz fue igual en los cultivos desarrollados en sequía y en salinidad.

Ciertos autores han demostrado que en el ciclo de vida de los cultivos, la semilla y el proceso de desarrollo en estados iniciales son importantes porque, condicionan el rendimiento de los cultivos (Bewley y Black, 1994; Koornneef *et al.*, 2002).

La germinación de la semilla de manera rápida promueve el establecimiento mejor del cultivo en el campo y, por tanto, son factores críticos para incrementar la producción de los cultivos bajo condiciones de salinidad. Es importante considerar, además, que en muchos cultivos, la germinación y el desarrollo de la plántula son los estadios más sensibles al estrés por salinidad, lo cual ocurre tanto en plantas glicófitas como halófitas (Ashraf y Fooland, 2005; Sosa *et al.*, 2005); sin embargo, el grado de resistencia a la salinidad, como es el caso en el cultivo de arroz, varía a lo largo de su desarrollo ontogénico (Heenan *et al.*, 1988). Puede considerarse que este fenómeno es, en cierto grado, general y que durante el desarrollo del cultivo, el grado de tolerancia a la salinidad se modifica y pudiera incluso, incrementarse durante el estado reproductivo (floración y amarre de fruto) (Heenan *et al.*, 1988; Wilson *et al.*, 2000; Akhtar y Hussain, 2008; Mansuri *et al.*, 2012).

Estamos desarrollando tecnologías con el objetivo de “incentivar” a la semilla, mediante procesos prácticos, a que adquiera una condición o estado de óptimo desarrollo metabólico pre-germinativo, que se convertirá en fortaleza y vigor potenciales. Cuando en esta semilla, que se encuentra estacionada en óptimo estado metabólico, se induce el proceso de germinación, las potencialidades heredadas se van a expresar al máximo, que es el soporte biológico para que la velocidad, la uniformidad y la germinación se manifiesten de manera óptima. Al haberse confirmado estos principios, el propósito pendiente es confrontar y desafiar a la semilla a que manifieste esas potencialidades desarrolladas al máximo, mediante el tratamiento pre-germinativo, a que germine en condiciones desfavorables y de máximo estrés posible. Está documentado que el remojo de la semilla también causa en ella cambios importantes en la morfología (Groot *et al.*, 1988; Bradford *et al.*, 2000) y en la división celular (De Castro *et al.*, 2000). En general, los efectos positivos que causa el remojo en la germinación de la semilla y desarrollo temprano de la plántula dependen del medio donde las semillas son remojadas, la temperatura y la duración del tratamiento (Ashraf & Foolad, 2005).

En el caso del maíz estamos tomando ventaja y aplicando estos procedimientos, para desarrollar tipos de cultivares que toleren, se desarrollen y produzcan con rentabilidad, en condiciones de salinidad pero, además, que el grano cosechado reúna características de calidad en sentido amplio. Estrategias y mecanismos de defensa de los cultivos son estudiados fundamentalmente en las plantas adultas y, muy poca información se está generando a nivel de la etapa de la germinación de la semilla (Rajjou *et al.*, 2006). El objetivo de este trabajo ha sido, en principio, demostrar la pertinencia y utilidad de la aplicación de ciertos tratamientos pre-germinativos como base de selección para la obtención de cultivares de *Z. mays* de grano blanco y amarillo, competentes para ser cultivados en condiciones de salinidad pero, además, que el grano cosechado reúna características de óptima calidad en el sentido amplio.

## 8.1 Materiales y métodos

Semilla de *Zea mays* (maíz) cv Zacatecas 58. El peso de la semilla fue determinado pesando en una balanza, al menos, 10 muestras de 100 semillas cada una para obtener el promedio.

Germinación de la semilla. Lotes de 100 semillas de maíz fueron colocadas en cajas Petri de vidrio (150 mm diámetro por 15 mm de alto) sobre dos hojas de papel (toalla interdoblada, MARQUIS® Georgia Pacific) humedecidas con 15 mL solución de NaCl para colocarlas a germinar en la oscuridad a 28-30 °C.

Obtención y selección de plantas. La semilla que germinó en las condiciones descritas fue cultivada en vasos de plástico que contienen tierra, para cultivarse en el invernadero por espacio de 15-20 días, regándose con agua de la llave.

Las plantas generadas fueron llevadas y establecidas en campo, sembrándose en terrenos normales y salinos, según sea indicado, a una distancia de 80 cm (tres plantas por mata) en surcos separados por 80 cm. La fertilización se llevó a cabo el preparar el terreno para la siembra con superfosfato de calcio. El cultivo se inicia antes que comiencen las lluvias para identificar a las plantas con menor grado de marchitamiento. Posteriormente en el momento oportuno, se llevaron a cabo las cruces entre las plantas seleccionadas para obtener la semilla de cada mazorca. Esta semilla se vuelve a germinar en presencia de solución de NaCl (0.5133 M), para seleccionar la semilla que germina, cultivar las plantas y obtener la semilla, ciclos que se repiten en este proceso de selección. De las mazorcas obtenidas fueron seleccionadas las que contenían un número reducido de grano blanco, para ir seleccionando el maíz de grano amarillo y de las mazorcas obtenidas fueron seleccionadas las que contenían un número reducido de grano amarillo para ir seleccionando el maíz de grano blanco.

## 8.2 Resultados y discusión

El maíz original Zacatecas 58 fue proporcionado por el Dr. José Domingo Molina Galán, para realizar el estudio de la resistencia del polen a altas temperaturas y a la deshidratación (Ñopo y Carrillo-Castañeda, 1977). Las mazorcas contenían semilla tanto de grano blanco como amarillo e incluso uno que otro grano de maíz color azul. Recientemente, ese material fue rescatado y caracterizado parcialmente. Dos características físicas de los granos de maíz son su peso específico (peso de 100 semillas) así como la capacidad de absorción de agua en relación al tiempo. Como se muestra en el Gráfico 8, 150 gramos de maíz al remojarse en agua a la temperatura de 22-23 °C absorben en únicamente 5 h el equivalente a 23.33 % de su peso. Este dato es importante porque en cierto grado, la velocidad de germinación pudiera tener relación con la velocidad del grano para absorber agua. Existen lotes de grano de maíz que inician la germinación en condiciones óptimas, en menos de 24 h. En la Tabla 8 se da una muestra de datos de los tiempos requeridos por la semilla de maíz para que logre germinar el 50 % de la semilla viable, en solución salina a la temperatura de 28-30 °C y en el Gráfico 8.1 se muestran las cinéticas de germinación de semilla de maíz obtenida de las mazorcas de plantas seleccionadas indicadas, inducidas a germinar en solución de NaCl 0.5133 M durante 12 días.

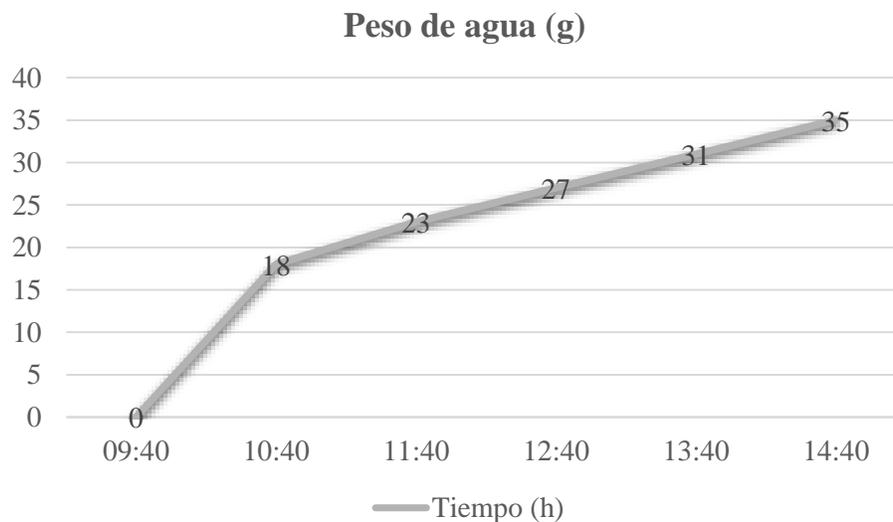
El peso de la semilla (peso de 100 granos) ha sido una de las variables importantes que hemos considerado en nuestro proceso de selección pues, ha sido requisito fundamental, seleccionar semilla que el peso de 100 semillas sea por arriba de 30 g, que tenga por lo general cierta uniformidad en tamaño, de granos romos y sin aristas puntiagudas. Con esta semilla, se prosigue el proceso de selección tomando en cuenta su capacidad para germinar en la solución salina. La semilla que tiene la capacidad de germinar por arriba de 60 % es seleccionada. El peso del grano es una característica muy variable que además, no parece estar relacionada a la resistencia a la salinidad y, por tanto, al considerar las dos características de peso de grano y tolerancia a la salinidad establecidas, se reduce la posibilidad de seleccionar el maíz deseado. En la Tabla 8.1 se muestra información de las características de la semilla de maíz de grano amarillo y blanco (peso de 100 semillas) y porcentaje total de germinación de la semilla en solución salina y, se puede apreciar, que: en el caso del maíz de grano amarillo, la semilla de 9 mazorcas no germinó (22.5 %) en la solución salina. De la semilla que germinó en la solución salina entre 61 y 70 %, únicamente fueron detectados dos materiales que pesan (peso de 100 semillas) 39.4 y 31 g y entre 71 y 80 %, también dos materiales que pesan 30.1 y 31.7 g. De un total de muestras de maíz de 40 mazorcas analizadas, 4 han sido seleccionadas (10 %). En el caso de maíz de grano blanco, la semilla de 6 mazorcas tampoco germinó (15.8 %) en la solución salina. De la semilla que germinó en la solución salina entre 61 y 70 %, únicamente un material que pesa (peso de 100 semillas) 35 g fue encontrado, entre 71 y 80 %, 3 materiales que pesan 31.4, 33.9 y 39.6 g, entre 81 y 90 % tres materiales que pesan 32.4, 35.6 y 39.7 g y entre 91 y 100 % tres materiales que pesan 31.8, 33.2 y 34 g. De un total de muestras de maíz de 38 mazorcas analizadas, 10 han sido seleccionadas (26.3 %).

El análisis de esta semilla indica que el maíz de grano blanco que pesa (peso de 100 semillas) por arriba 30 g fue más tolerante para germinar en la solución salina en comparación con el maíz de grano amarillo.

**Tabla 8** Estimación del tiempo (h) en que germina el 50% de la semilla viable de maíz Zacatecas 58 seleccionada y germinación total en solución salina (NaCl 0.5133 M), determinada hasta los 12 días

Tipo de semilla	T <sub>50</sub> (horas)	Germinación (%)
Zacatecas 58, C3-25	78	78.6
C5-5	80	77.2
C5-18	84	65.2
C6-21	94	76.9
C6-27	99	79.0
C8-87	96	63.0
C8-101	80	87.6
C8-117	71	88.2
C8-126	89	78.4

**Gráfico 8** Capacidad de absorción de agua exhibida por semilla de maíz Zacatecas 58 remojada en agua destilada a la temperatura de 21-23 °C

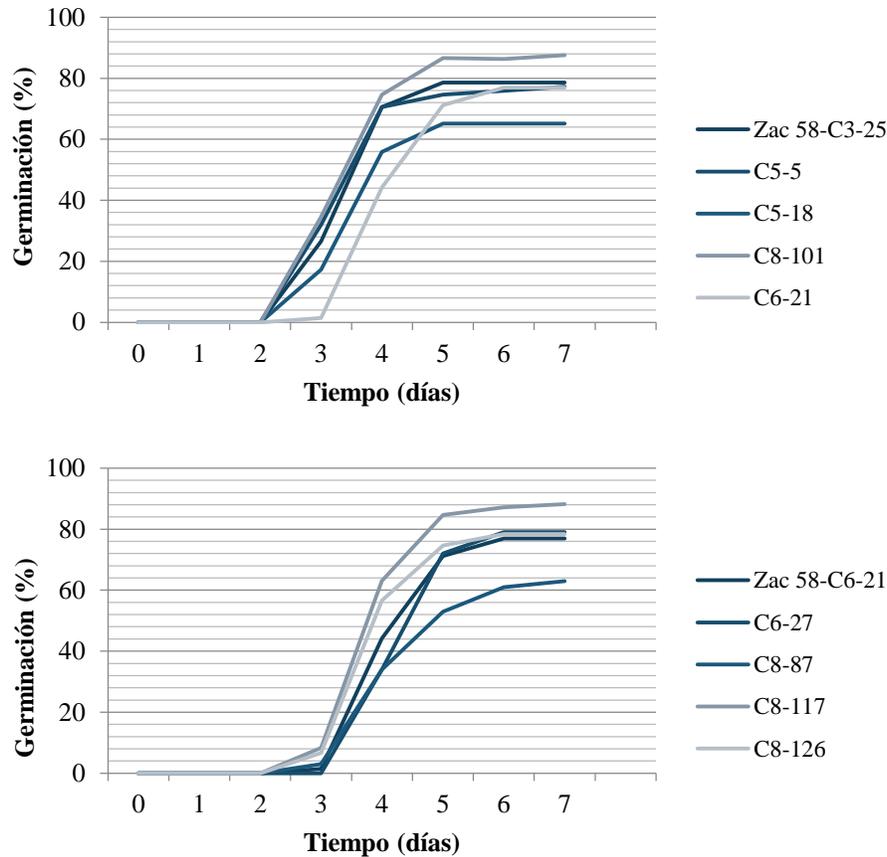


A continuación, según se indique, ya se da la información considerando el color de grano de maíz y, en la Figura 8 se muestra el aspecto del tipo de suelo altamente salino en el que ha sido sembrada la semilla seleccionada, lugar ubicado en la región del predio del Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo que presenta los máximos niveles de salinidad y, también se muestra el aspecto de las plantas establecidas en esas condiciones.

En la Figura 8.1 se muestra un aspecto de plantas de maíz Zacatecas 58 sembradas en condición de temporal con carencia de agua pero que no están siendo desarrolladas en condiciones de salinidad. Puede observarse que algunas plantas muestran mayor tolerancia a la falta de agua al presentar sus hojas menor grado de marchitez. Con esto estamos demostrando lo que ya habían encontrado Katerji *et al.* (2004) quienes estudiaron la relación sequía y salinidad.

Ellos compararon el efecto de la falta de agua y la salinidad en el cultivo con el rendimiento de maíz obtenido en de acuerdo a un experimento en el que las plantas fueron cultivadas en condiciones de sequía por un lado y de salinidad por otro y encontraron, basados en el criterio de producción de grano, que los cultivos de maíz respondieron igual al ser desarrollados en condición salina o bajo sequía ya que el rendimiento de maíz fue igual en los cultivos desarrollados en sequía y en salinidad.

**Gráfico 8.1** Cinéticas de germinación de semilla de maíz obtenida de las mazorcas de plantas seleccionadas indicadas, inducidas a germinar en solución de NaCl 0.5133 M. Los datos mostrados son de hasta 7 días



**Figura 8** Aspecto del tipo de suelo altamente salino en el que ha sido sembrada la semilla seleccionada y aspecto de plantas establecidas en esas condiciones



**Figura 8.1** Aspecto de plantas de maíz Zacatecas 58 sembradas en condición de temporal con carencia de agua. Algunas plantas muestran mayor tolerancia a la falta de agua al presentar sus hojas menor grado de marchitez



**Tabla 8.1** Peso de 100 semillas (g) de maíz Zacatecas 58 y germinación por caja (25 semillas/caja) en solución de NaCl 0.5133 M, registrados a los días indicados. La germinación total es expresada en por ciento (%) registrada a los 12 días, de grano amarillo (A) y de grano blanco (B). Los cultivos de donde fueron obtenidas las semillas fueron cultivados todos sin problema de salinidad en el año 2015

A						
Maíz amarillo	Peso de 100 semillas (g)	Tiempo de germinación en días				Germinación total (%)
Número de Mazorca		3	4	5	6	
1	39.4g	0	0	12	5	68
2	50.0	0	0	2	0	8
3	33.9	0	0	0	0	0
4	29.0	0	1	0	2	12
5	36.0	2	4	15	3	24
6	40.0	0	2	0	0	2
7	24.2	12	11	1	0	96
8	45.1	0	0	0	1	4
9	45.3	0	0	0	3	12
10	42.4	0	0	0	0	0
11	29.8	0	16	4	2	88
12	30.1	0	0	12	8	80
13	20.1	15	8	2	0	100
14	26.0	0	2	10	7	76
15	52.8	0	0	0	0	0
16	31.7	4	3	8	5	80
17	21.3	0	7	6	2	60
18	27.4	0	0	0	0	0
19	23.8	0	0	8	4	48
20	21.5	1	11	4	3	76
21	45.8	0	3	2	0	20
22	25.6	11	8	1	0	80
23	34.1	0	0	0	0	0
24	17.8	1	13	7	2	92
25	43.9	0	0	0	0	0
26	27.0	0	4	8	2	56
27	36.2	0	0	0	3	12
28	26.8	2	11	4	0	68
29	25.5	0	0	0	0	0
30	20.0	0	2	1	0	12
31	26.8	0	0	0	3	12
32	31.0	0	1	15	1	68
33	27.4	0	6	10	3	76
34	28.2	5	8	8	1	88
35	43.1	0	0	0	0	0
36	15.8	0	6	6	4	64
37	28.6	0	1	1	0	8
38	30.8	0	0	0	0	0
39	34.6	0	2	2	1	20
40	24.2	0	4	4	3	44
Promedios	30.25 g	1.32	3.35	3.82	1.70	40.80 %
B						
Maíz blanco	Peso de 100 semillas (g)	Tiempo de germinación en días				Germinación total (%)
Número de Mazorca		3	4	5	6	
1						
2	46.6	0	0	0	0	0
3	47.4	0	0	3	0	12

4	29.7	0	2	3	3	32
5	39.6	0	0	0	19	76
6	39.7	0	0	7	15	88
7	39.5	1	0	6	2	32
8	44.8	0	0	0	0	0
9	21.6	4	15	2	0	84
10	42.1	0	1	0	0	4
11						
12	31.4	0	1	16	3	80
13	35.0	0	0	0	17	68
14	23.4	0	0	5	0	20
15	34.2	0	0	1	1	8
16	33.3	0	0	3	9	48
17	33.7	0	1	1	4	24
18	25.4	0	5	7	6	72
19	35.6	0	0	21	0	84
20	32.5	0	0	8	4	48
21	24.6	0	18	1	0	76
22	28.5	0	0	16	5	84
23	29.6	0	19	3	2	96
24	40.9	0	0	1	0	4
25	20.8	3	17	1	0	84
26	31.8	0	6	17	0	92
27	27.3	0	0	0	0	0
28	34.2	1	0	9	2	48
29	26.5	0	1	2	10	52
30	32.4	11	10	1	0	88
31	33.9	0	8	6	5	76
32	35.0	0	0	0	0	0
33	33.2	0	16	6	2	96
34	31.6	2	4	5	3	56
35	27.3	4	14	3	1	22
36	33.0	0	0	0	0	0
37	37.8	2	0	2	3	28
38	28.2	0	6	15	2	92
39	34.9	0	0	0	0	0
40	34.0	0	13	9	1	92
Promedios	33.18 g	0.74	4.13	4.47	3.13	50.84 %

En la Tabla 8.1, la información se presenta ya por separado, según el color de grano de maíz, pues ya que en esta parte del trabajo se cuenta con semilla seleccionada de los dos tipos de maíz: de grano amarillo y de grano blanco.

Los resultados mostrados en la tabla 2 de este trabajo, que son preliminares, muestran que ya existen diferencias de las características importantes estudiadas encontradas entre el maíz cv Zacatecas 58 de grano amarillo en relación con el maíz de grano blanco. La germinación promedio del maíz amarillo fue de 40.8 % y la del maíz blanco de 50.84 %.

El peso promedio de 100 semillas de maíz amarillo fue de 30.25 g y el del maíz blanco de 33.18 g.

Estos resultados también muestran la eficiencia de la técnica, lo que permite calcular tanto los tiempos para llevar a cabo este proceso así como las cantidades de semillas que deben considerarse para obtener resultados, de acuerdo a lo que se muestra en la Tabla 8.1.

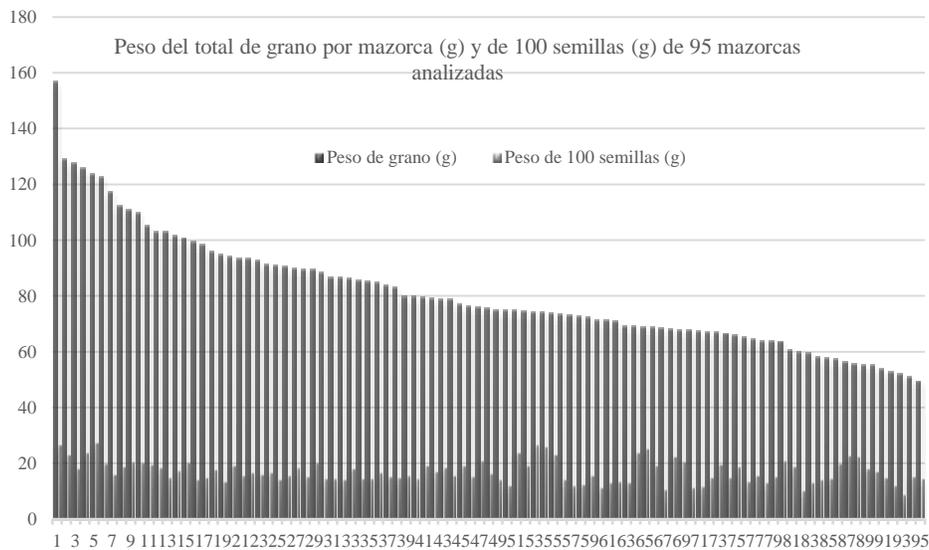
El peso promedio de 100 granos (g), como ya se ha indicado, es una de las variables importantes que hemos considerado en nuestro proceso de selección pues, ha sido un requisito, seleccionar semilla capaz de germinar en solución salina pero de grano de maíz que tenga el mayor peso.

En el Gráfico 8.2 se muestra la diversidad de producción de grano por mazorca y su relación con el peso de 100 semillas en gramos.

Este proceso de mejoramiento genético permite seleccionar en relativamente poco tiempo el material valioso que puede resistir tanto la sequía como la salinidad.

En la actualidad, el maíz está siendo germinado directamente en agua de mar, siendo la germinación en algunos casos superior a 85 %.

**Gráfico 8.2** Diversidad de producción de grano por mazorca y su relación con el peso de 100 semillas en gramos, detectadas al analizar 95 mazorcas en total



En la Figura 8.2 se muestra el aspecto de algunas de las mazorcas de grano amarillo y las de grano blanco. También se ha buscado que la semilla de los materiales seleccionados tenga por lo general cierta uniformidad en tamaño, de granos romos, sin aristas puntiagudas y de aspecto hasta agradable.

**Figura 8.2** Aspecto de las mazorcas de maíz cv Zacatecas 58 de grano amarillo (parte superior) y de grano blanco (parte inferior)



### 8.3 Conclusiones

Con la metodología desarrollada, de selección en el laboratorio, ha sido posible en poco tiempo, en relación con los métodos convencionales de mejoramiento genético, seleccionar cultivares de semilla de maíz de grano amarillo y de grano blanco, de peso superior a los 30 g (peso de 100 semillas) y con alta capacidad de germinar en solución salina como base para generar cultivares potencialmente útiles para ser cultivados rentablemente en suelos con problemas de salinidad. El análisis de esta semilla indica que el maíz de grano blanco que pesa (peso de 100 semillas) por arriba 30 g tolera y gemina en mayor porcentaje en la solución salina que el maíz de grano amarillo.

### 8.4 Referencias

- Akhtar P. y Hussain, F. (2008). Salinity tolerance of three range grasses at germination and early growth stages. *Pakistany Journal of Botany*. 40(6), 2437-2441.
- Ashraf, M. y Foolad, M. R. (2005). Pre-Sowing Seed Treatment—A shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88, 223-271.
- Bewley, J. D. y Black, M. (1994). Seeds. Physiology of development and germination. pp. 1-33. New York, Plenum Press.
- Bradford, K. J., Chen, F. M. B., Cooley, P., Dahal, B., Downie, K. K., Fukunaga, O. H., Gee, S., Gurusinghe, R. A. y Nonogaki, H. M. (2000). Gene expression prior to radicle emergence in imbibed tomato seeds. In M Black, KJ Bradford, J Vázquez-Ramos, eds, *Seed Biology: Advances and Applications*. (pp 231–251). UK. Wallingford: CABI International.

- De Castro, R. D., van Lammeren, A. A. M., Groot, S. P. C., Bino, R. J. y Hilhorst, H. W. M. (2000). Cell division and subsequent radicle protrusion in tomato seeds are inhibited by osmotic stress but, endosperm weakening by hydrolase activities DNA synthesis and formation of microtubular cytoskeleton are not. *Plant Physiology*, 122, 327–335.
- Flowers, T. J. y Yeo, A. R. (1995). Breeding for Salinity Resistance in Crop Plants: Where Next? *Australian Journal of Plant Physiology*, 22(6), 875-884.
- Grasselly, D., Navez, B., Cottet, V., Rosso, L. y Jost, M. (2009). Tomate sous serre: l'effet de la salinité sur la qualité. *Infos / Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Legumes*, 251, 37-41.
- Groot S. P. C., Kieliszewska-Rokicha, B., Vermeer, E. y Karssen, C. M. (1988). Gibberellin-induced hydrolysis of endosperm cell walls in gibberellin-deficient tomato seeds prior to radicle protrusion. *Planta*, 174, 500–504.
- Heenan, D. P., Lewin, L. G., McCaffery, D. W. (1988). Salinity tolerance in rice varieties at different growth stages. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(3), 343-349.
- Jing, J., Tian-lai, L., Shao-wei, L. y Shuang, L. (2007). The relationship between the added NaCl of different concentration and the development of tomato fruits under the soilless culture. *Northern Horticulture*, 7, 49-51.
- Katerji, N., van Hoorn, J. W., Hamdy, A. y Mastrorilli, M. (2004). Comparison of corn yield response to plant water stress caused by salinity and by drought. *Agricultural Water Management*, 65 (2), 95-101.
- Koornneef, M, Bentsink, L. y Hilhorst, H. (2002). Seed dormancy and germination. *Current Opinion Plant Biology*, 5, 33–36.
- Mansuri, S. M., Babaeian, N. J. y Bagheri, N. (2012). Evaluation of rice genotypes to salt stress in different growth stages via phenotypic and random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker assisted selection. *African Journal of Biotechnology*, 11(39), 9362-9372.
- Ñopo, J. D. y Carrillo-Castañeda, G. (1977). Determinación de la vitalidad del polen de maíz. *Agrociencia*, 28, 101-102.
- Rajjou, L., Belghazi, M., Huguet, R., Robin, C., Moreau, A., Job, C. y Job, D. (2006). Proteomic investigation of the effect of salicylic acid on Arabidopsis seed germination and establishment of early defense mechanisms. *Plant Physiology*, 141, 910–923.
- Rozema J. y Flowers, T. (2008). Crops for a Salinized World. *Science*, 322, 146-148.
- Safarzadeh Shirazi S., Ronaghi, A. M., Gholami, A. S. y Zahedifar, M. (2010). The Influence of salinity and nitrogen on tomato fruit quality and micronutrients concentration in hydroponic culture. *Journal of Science Technology Greenhouse Culture -Isfahan University of Technology*, 1 (3), 11-22.
- Sgherri, C., Kadlecová, Z., Pardossi, A., Navari-Izzo, F. y Izzo, R. (2008). Irrigation with diluted seawater improves the nutritional value of cherry tomatoes. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 56, 3391-3397.

- Shao-wei, L., Tian-lai, L. y Jing, J. (2010). Effects of tomato fruit under Na<sup>+</sup> -salt and Cl<sup>-</sup> -salt stresses on sucrose metabolism. *African Journal of Agriculture Research*, 5(16), 2227-2231.
- Sosa L., Llanes, A., Reinoso, H., Reginato, M. y Luna, V. (2005). Osmotic and specific ion effect on the germination of *Prosopis strombulifera*. *Annals of Botany*, 96, 261-267.
- Wilson, C., Scott, M. L. y Grieve, C. M. (2000). Growth Stage Modulates Salinity Tolerance of New Zealand Spinach (*Tetragonia tetragonioides*, Pall.) and Red Orach (*Atriplex hortensis* L.). *Annals of Botany*, 85, 501- 509.