

# VI CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CULTIVOS ANDINOS

EN LA MITAD DEL MUNDO

QUITO - ECUADOR

LUGAR: Estación Experimental "Santa Catalina" — Casilla 340  
FECHA: Del 30 de Mayo al 2 de Junio de 1988



**AUSPICIANTES:**

- CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO, CIID-CANADA
- CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO DE ALIMENTOS PARA AMERICA LATINA, LATINRECO S. A., - QUITO
- FUNDACION PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO - FUNDAGRO.

**ORGANIZADOR:**

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias  
I N I A P

**ALMACENAMIENTO A LARGO PLAZO DE SEMILLAS DE QUINUA  
(Chenopodium quinoa Willd) Y SUS EFECTOS EN DAÑOS  
CROMOSOMICOS**

**Raúl Castillo T.\***

**Introducción**

Una semilla es un fin y un principio, lleva lo esencial de la herencia, simboliza diversificación y multiplicación, continuación e innovación, sobrevivencia, renovación y nacimiento. Es decir preservar una semilla significa, conservar un gran potencial genético para su futuro uso.

Aunque diferentes métodos de conservación son posibles aplicados para preservar la variabilidad genética de las plantas cultivadas y silvestres, el almacenamiento de semillas a largo plazo parece ser el método más fácil y relativamente no muy costoso, para las especies que se reproducen sexualmente.

Actualmente, existen recomendaciones en base a una serie de experiencias para el almacenamiento de semilla a largo plazo (IBPGR, 1985). Almacenando semillas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , con humedad interna de la semilla de 5 a 6% se logrará conservarlas por largos períodos de tiempo.

La semilla de quinua se presenta como "ortodoxa" (Ellis, *et al* 1985, Cromarty *et al*, 1982). Sin embargo observaciones prácticas en campo, han demostrado que pierde su variabilidad muy fácilmente, cuando las condiciones ambientales varían entre 75-80% humedad relativa y con temperaturas que fluctúan entre 10 - 20 (INIAP, 1985). En estas condiciones la semilla pierde su vigor en 1 y medio años.

Aunque varios bancos de germoplasma en la Zona Andina, están conservando semillas de quinua, no se han realizado estudios básicos sobre el comportamiento de la semilla, y los problemas asociados con ello.

El presente trabajo, pretende demostrar que la semilla de quinua puede ser almacenada a largo plazo, bajando la temperatura de almacenamiento y su humedad interna. Pero, algunos problemas pueden asociarse a períodos largos de almacenamiento, especialmente presentándose daños cromosómicos o aberraciones.

**Materiales y métodos**

Se utilizó semilla de quinua variedad INIAP-IMBAYA obtenida en la Estación Experimental Santa Catalina. Las muestras de diez gramos cada una fueron tomadas al azar y ajustadas a 6,4 y 12,7% de humedad interna. Cada muestra fue dividida en tres submuestras y almacenadas a 15, 25 y  $35^{\circ}\text{C}$ , utilizando sobres de aluminio-polietileno, herméticamente sellados.

Las muestras fueron estudiadas a intervalos de 21 días, iniciándose el estudio a partir de los 42 días de almacenamiento hasta los 105 días.

---

\* Programa Cultivos Andinos, Unidad de Recursos Fitogenéticos. INIAP. Casilla 340 Quito-Ecuador.

El contenido de humedad de las semillas se determinó utilizando el método de alta temperatura constante (130 °C por dos horas, recomendado en las reglas de ISTA (International Seed Testing Association, 1985).

Para estudiar la viabilidad de la semilla, se separaron en tres repeticiones de 50 semillas de cada tratamiento, utilizando papel toalla para las pruebas de germinación, cada repetición fue colocada con suficiente agua en un incubador oscuro a 20 °C.

Las aberraciones cromosómicas fueron observadas de las muestras utilizadas para estudiar la viabilidad de la semilla. Se utilizaron puntos de raíces, cuando éstas tenían 1 cm de largo (24 horas de germinación). Se las fijó en 1,3 ácido aceticoglacial/alcohol 90%. Para observar la mitosis, las puntas de raíz fueron hidrolizadas con ácido clorhídrico 1 N por 8 minutos a 60 °C, en baño de María. Se las lavó con agua de llave y se las colocó con colorante de Schiff por 45 minutos a temperaturas ambientales pero en la oscuridad.

Para observar al microscopio las células fueron presionadas en el porta y cubre objetos, usando ácido acético 45%. Veinte y cinco puntas de raíz fueron utilizadas, hasta completar 150 células al estado de anafase 1, en mitosis. Aberraciones cromosómicas fueron consideradas cuando se observó pedazos de cromosomas dispersos, puntos de cromosomas, cromosomas solos no apareados, cromosomas deformes a lo largo del uso cromosómico (Harrison, 1966).

Para poder predecir el almacenamiento de la semilla a determinadas condiciones ambientales, se calculó las constantes de viabilidad basándose en la fórmula de Roberts, 1972. Se realizaron análisis de regresión para la mitad de vida de la semilla para calcular los valores de P50, lo que permitió establecer las constantes KV, C1 y C2 para la variedad INIAP-IMBAYA que puede servir como base para predecir almacenamiento de semilla de esta especie.

## **Resultados y discusión**

### **a. Viabilidad**

Al almacenar las semillas a tres temperaturas con dos diferentes humedades de semillas, para estudiar la viabilidad y el vigor de la misma, se estudió: porcentaje de germinación, largo de la radícula y porcentaje de semillas anormales.

Los resultados de la germinación (cuadro 1) muestran que se produjo una reducción por efecto del tiempo de almacenamiento en cada tratamiento (temperatura). La baja viabilidad de la semilla fue claramente afectada por contenido de humedad y temperatura.

Al realizar el análisis de varianza (cuadro 2) se observó que el tiempo y temperatura de almacenamiento fueron altamente significantes ( $P < 0,01$ ). Hubo también un efecto significativo (5%) para contenido de humedad y su interacción con tiempo de almacenamiento. Esto muestra que los principales factores que afectan al almacenamiento de la semilla son temperatura, humedad y tiempo de almacenamiento.

**Cuadro 1. Medias del porcentaje de germinación luego del almacenamiento de la semilla de quinua (Ch. quinoa)**

Cont. Humedad	Temp. C	Tiempo de almacenamiento				
		0	42	63	84	105
6,4	15	92	84	81	68	64
	25	92	80	76	71	61
	35	92	74	73	67	62
12,7	15	92	82	77	67	65
	25	92	76	71	66	65
	35	92	62	31	25	2
$\bar{x}$		92	76	68	61	53

**Cuadro 2. Análisis de variancia para porcentajes de germinación luego de almacenados semillas de quinua en diferentes temperaturas y contenido de humedad**

Variables		SC	CM	F
Tiempo	4	5376,27	1344,07	12,10**
Temperatura	2	2213,45	1106,73	10,00**
Humedad	1	990,20	990,30	8,90*
Tiempo por temperatura	8	830,97	103,87	0,90ns
Tiempo por humedad	4	391,25	97,81	0,90ns
Temperatura por humedad	2	1516,31	758,16	6,8 *
Tiempo interacción	8	887,19	110,90	

\* = significativo (5)      \*\* = altamente significativo (1%)  
 ns = no significativo

Usando los valores de P50 (mitad de vida de lote de semillas) (cuadro 3), calculados de las ecuaciones de regresión, se pudo derivar los valores a las constantes KV (potencial de almacenamiento del lote de semillas), C (Constante del contenido de humedad) y C2 (constante de temperatura). Las constantes (cuadro 4) fueron calculadas usando la ecuación  $P50 = KV - C, m - C2t$ .

En la figura 1, se muestra la tendencia de las curvas de viabilidad del lote de semilla al ser almacenada a 12,7% humedad interna de semilla. De estas curvas se pueden obtener fácilmente los valores de P50.

Usando las constantes de viabilidad obtenida para quinua, y al usar una temperatura de 16 °C y un contenido de humedad de 12% de la semilla que es lo que comúnmente es usado por los agricultores en Ecuador, aplicando la fórmula de Roberts, obtenemos que el tiempo que toma una semilla para bajar al 50% de germinación es un año. Lo que concuerda con lo observado en la Estación Experimental Santa Catalina. Al usar la temperatura de -20 °C y 5% de humedad interna de la semilla, recomendada por el IBFGR, se requieren cientos de años para que baje al 50%

**Cuadro 3. Valores de P50 para Ch. quinoa variedad INIAP-IMBAYA**

TEMPERATURA °C	6.4 %	12.7 %
15	142,90	134,50
25	132,90	127,20
35	126,50	48,97

**Cuadro 4. Constantes de viabilidad para semilla de quinua variedad INIAP-IMBAYA**

Constante	Valor
KV	6,411
C1	0,1889 + 0,00943
C2	0,1023 + 0,002013

de germinación.

**b. Daños cromosómicos**

Al observar el número de aberraciones cromosómicas (cuadro 5) - se aprecia claramente que el número de anomalías cromosómicas aumenta marcadamente cuando la temperatura de almacenamiento se incrementa. Cuando la humedad interna de la semilla aumenta, tiene un efecto en el incremento de daños cromosómicos.

**Cuadro 5. Promedios de daños cromosómicos en semillas de quinua (Ch. quinoa) luego de almacenadas bajo diferentes condiciones (observadas en 150 anafases)**

Humedad	Temp. C	Inicio	Tiempo de almacenamiento (Días)			
			42	63	84	105
6,4	15	8,33	-	10,30	9,17	9,03
	25	8,33	-	10,75	9,50	12,00
	35	8,33	-	24,32	19,35	15,35
12,7	15	8,33	8,82	11,25	13,95	15,30
	25	8,33	11,11	14,67	12,28	22,35
	35	8,33	17,85	18,48	35,56	37,50

Al realizar el análisis de variancia (cuadro 6), se observa que temperatura tuvo un efecto altamente significativo (1%) sobre el número de daños cromosómicos; pero, tiempo de almacenamiento y contenido de humedad de la semilla tuvieron un efecto significativo (5%).

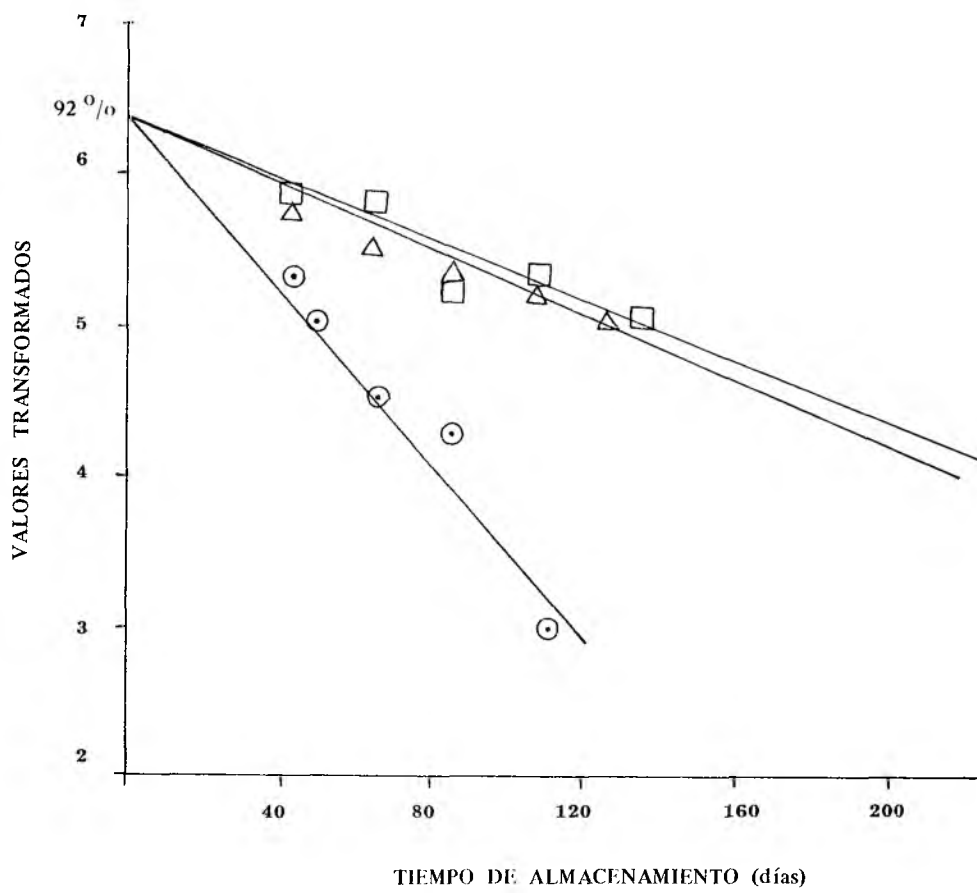


FIGURA 1. Curvas de viabilidad de quinua wax. INIAP-IMBAYA, a 12,7 % de contenido de humedad y 15°C (□), 25°C (Δ) y 35°C (○)

**Cuadro 6. Análisis de variancia para daños cromosómicos luego de diferentes condiciones de almacenamiento de semilla de quinua (Ch. quinoa)**

Variable	df	SC	CM	F
Contenido humedad	1	156,67	156,67	7,9 *
Temperatura	2	477,92	238,96	12,0 **
Tiempo almacenamiento	3	356,82	118,94	6,0 *
Humedad por temperatura	2	27,68	13,84	0,7 ns
Humedad por tiempo	3	188,93	62,98	3,2 ns
Temperatura por tiempo	6	206,54	34,44	1,7 ns
Triple interacción	6	119,53	19,22	

\* = significativo (5%)  
 ns = no significativo

\*\* = altamente significativo (1%)

### Conclusiones

La semilla de quinua se la puede almacenar a baja temperatura y contenido de humedad por largos períodos de tiempo.

Existe un efecto directo de la temperatura de almacenamiento y el contenido de humedad, en el tiempo de almacenamiento de la semilla, por lo que reduciendo la temperatura y el contenido de humedad de la semilla, se aumentará el período de almacenamiento.

Se observa un crecimiento del número de células con aberrantes anafases por efecto de la temperatura, humedad de la semilla y tiempo de almacenamiento. Es decir, mientras más baja sea la temperatura de almacenamiento y humedad de semilla, menor sería el número de daños cromosómicos.

Al observar qué tiempo de almacenamiento influye significativamente sobre el número de daños o aberraciones cromosómicas, se recomienda refrescar o regenerar semillas de quinua cada 5 ó 6 años de almacenamiento o cuando las semillas estén con el 85% de poder germinativo, factor que también recomienda el IBPGR.

Es importante hacer requerimientos sobre la constitución genética en progenies de materiales que tienen alto número de daños cromosómicos, con el objeto de establecer cambios tanto en su genotipo así como el fenotipo.

### Bibliografía

1. CASTILLO, R. 1987. A study of the long-term storage behaviour of Chenopodium quinoa Willd seeds. Tesis de Master of Science. Plant - Biology Department. University of Birmingham, Inglaterra.
2. CROMARTY, A.S., R.H. ELLIS y E.H. ROBERTS. 1982 The design of seed - storage facilities for genebanks. International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR). Rome, Italy.

3. ELLIS, R.H., T.D. HONG y E.H. ROBERTS. 1985. Handbook of seed technology for genebanks No. 2. Vol. I and II, IBPGR. Rome, Italy.
4. HARRISON, B.J. 1986. Seed deterioration in relation to storage conditions and its influence upon germination, chromosomal damage and plant performance. J. Nat. Inst. Agric. Bot , 10: 644-663
5. IBPGR. 1985. Report of the committee on seed storage third meeting. IBPGR. Rome, Italy
6. INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). 1985. International Rules for seed testing. Seed Sci. and Technol, 13: 307-320.
7. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA). 1985. Colección de varios cultivos andinos en Ecuador. Informe del proyecto INIAP-IBPGR. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador.
8. NIETO, C., R. CASTILLO y E. PERALTA. 1986. Guía para la producción de semilla de quinua. Boletín Divulgativo No. 186. INIAP. Quito, Ecuador.
9. ROBERTS, E.H. 1972. Storage environment and the control of viability. In. Viability of seeds. Roberts, E.H. (Ed.) Chapman and Hall Ltd. pp 14-58.