

## Caracterización de accesiones de trigo provenientes de Chuquisaca del Banco de Germoplasma de Cereales y Leguminosas

Roger Rioja Barahona, Edwin Iquize Villca  
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF  
Programa Nacional de Recursos Genéticos.  
e-mail: rogerrioja@gmail.com y e\_iquize\_v@hotmail.com

### Resumen

A través del proceso de refrescamiento (2013-2014) se ha registrado la viabilidad de 26 accesiones de *Triticum* spp, que fueron colectadas en Chuquisaca hace 31 años. Las 26 accesiones provienen del Banco de Germoplasma de Cereales y Leguminosas de Bolivia, dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). La parcela de refrescamiento tuvo una superficie de 105 m<sup>2</sup>, condiciones de humedad en su capacidad de campo, la densidad de siembra fue de 60 semillas por metro lineal, el ancho de surco de 0,25 m y se aplicó prácticas de Manejo Integrado de Cultivos (MIP). Los resultados indican que luego de realizar el control interno de calidad poscosecha en laboratorio el porcentaje de germinación promedio de las 26 accesiones es de 98,41%; un contenido de humedad promedio de 11,52%; días a la madurez de 122,54 días; un peso de 1.000 granos de 44 g y un rendimiento de grano de 2.798,54 kg/ha. Tomando en cuenta variables cualitativas principales, como reacción al acame (RA), el 11,54% de las accesiones son susceptibles, 11,54% son moderadamente tolerantes, 61,54% son tolerantes y 15,38% son muy tolerantes; referente la reacción al desgrane (RD) el 11,54% son moderadamente tolerantes, 57,69% son tolerantes y el 30,77% son muy tolerantes; esto indica que el germoplasma refrescado puede ser introducido en la cámara de conservación del Banco de Germoplasma de Cereales y Leguminosas. Las correlaciones significativas fueron: rendimiento asociado con el número de granos por hilera, número de granos por hilera está relacionado con la longitud de espiga y días a la floración, esta última correlacionada con la altura de planta. También la variable días a la maduración está correlacionada con el peso de 1.000 semillas y contenido de humedad de la semilla. Con la información de los caracteres cualitativos se organizó en 10 grupos, donde sobresalen los grupos 6 y 10 por accesiones, con expresión muy tolerante a roya y *Helminthosporium*.

**Palabras Clave:** *Triticum* sp., refrescamiento, caracterización

### Abstract

Through the process of refreshment (2013-2014), there has been registered the viability of 26 accessions of *Triticum* spp. These accessions were collected in Chuquisaca 31 years ago. The 26 accessions come from the Germplasm Bank of cereals and legumes Bolivia, under the National Institute of Agricultural and Forestry Innovation INIAF. The plot of refreshment had an area of 105 m<sup>2</sup>, wet conditions in its field capacity, seeding was 60 seeds per meter, groove width 0.25 m, practices of Integrated Crop Management (IPM) was applied. The results indicate that: after making the internal quality control postharvest laboratory shows that the average percentage of germination of the 26 accessions is 98.41%; average moisture content of 11.52%; days to maturity of 122.54 days; 1000 grain weight of 44 g and a grain yield of 2798.54 kg / ha. Taking into account qualitative variables Main, in reaction to lodging (RA), the 11.54% of the accessions are susceptible, 11.54% are moderately tolerant, 61.54% and 15.38% are tolerant are very tolerant; concerning the reaction to shattering (RD) 11.54% are moderately tolerant, 57.69% are tolerant and 30.77% are very tolerant; this indicates that the germplasm can be introduced into the camera conservation Germplasm Bank of cereals and legumes. The significant correlations were: yield is associated with the number of kernels per row. The number of kernels per row is correlated to the spike length and days to flowering, the latter is correlated with plant height. Also days maturation is correlated with the weight of 1000 seeds and moisture content of the seed. With the information qualitative characteristics were grouped into 10 groups. Protrudes the groups number 6 and 10 with accessions with very tolerant *Puccinia* and *Helminthosporium* expression.

**Keywords:** *Triticum* sp., refresh, characterization

## Introducción

Los bancos de germoplasma son depósitos de recursos fitogenéticos que proporcionan la materia prima para el mejoramiento de los cultivos. Las semillas que se almacenan en los bancos de germoplasma son un recurso vital e irremplazable, una herencia que se debe conservar para proveer opciones a la agricultura en el futuro, en un mundo que afronta el cambio climático y otros desafíos. La conservación del germoplasma es un mandato de un banco de germoplasma, enmarcado dentro de las políticas nacionales, por lo tanto, es una necesidad imperiosa realizar acciones de refrescamiento del germoplasma disponible, es este caso de accesiones de trigo (*Triticum* spp.) (Inglett, 1974, citado por Quiñones, 2007).

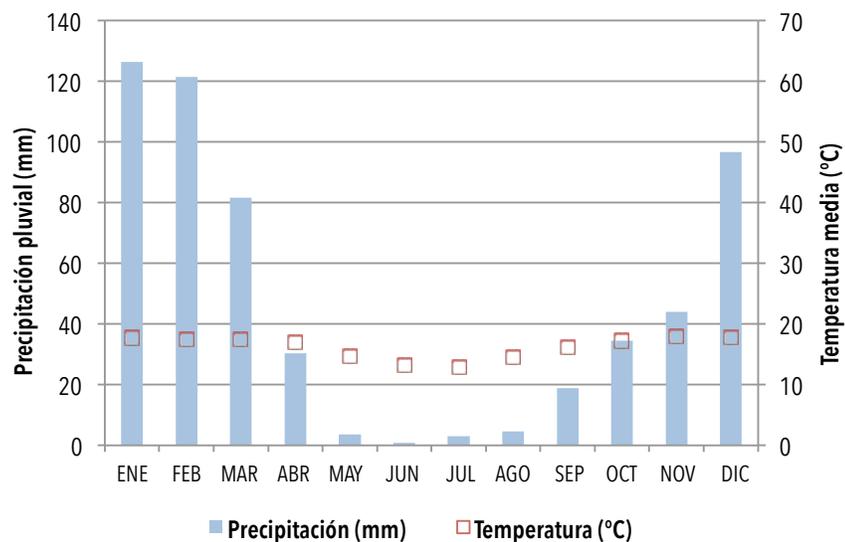
La regeneración de germoplasma se considera de vital importancia, porque es la renovación de las accesiones de germoplasma mediante la siembra y la cosecha de semillas, a pesar de ser una operación crítica dentro del manejo de un banco de germoplasma, porque implica riesgos para la integridad genética de las accesiones. La regeneración de germoplasma de trigo tiene diferentes propósitos: incrementar la cantidad de semilla, recuperación de las reservas de semilla de colecciones base y activas, refrescar el germoplasma y cumplimiento de requerimientos especiales de los fitomejoradores.

Dando continuidad a las actividades de gestión, conservación, uso y manejo de las diferentes colecciones de recursos genéticos, el programa a través del subproyecto de Fortalecimiento de las Actividades de Conservación de Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad plantea la presente actividad, referente al “refrescamiento de accesiones de trigo” como una acción importante de apoyo al Banco Base de Germoplasma de Cereales y Leguminosas, ubicado en la Estación Experimental de Toralapa, en Cochabamba.

El presente trabajo tiene el objetivo de refrescar el material genético de accesiones de trigo, con la finalidad de renovar la viabilidad y potenciar la germinación; además de determinar la variabilidad de los caracteres cualitativos y cuantitativos.

## Materiales y métodos

El trabajo se realizó en el municipio de Zudáñez, comunidad de Cabra Cancha, en predios agrícolas de la planta de acondicionamiento de semillas del INIAF-Chuquisaca. Los datos de precipitación y temperatura datan de un historial de 1995 a 2014 (figura 1), donde se visualiza que la mayor precipitación se registra en los meses de diciembre a marzo y la temperatura también es mayor.



**Figura 1.** Precipitación y temperatura media de la Estación Meteorológica Zudáñez (registro de 1995 a 2014) (Senamhi, 2015)

El material genético empleado corresponde a accesiones del Banco de Germoplasma de Cereales y Leguminosas, las 26 accesiones proceden del departamento de Chuquisaca (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Procedencia de accesiones de trigo (*Triticum* spp.) refrescadas en Chuquisaca

Origen de las accesiones		Altitud (msnm)			
Provincia	Localidad	Nº Accesiones	Mínimo	Máximo	Año
Belisario Boeto	Concepción pampa	1	2.020	2.020	1983
Oropeza	Chuqui chuqui	1	1.800	1.800	1983
Tomina	Arquillos, Pampas Abajo y Sobó-Sobó	4	2.020	2.160	1983
Yamparáez	Lajas, Lavadero Pampa, Morado K'asa, Tarabuco, Vila-Vila y Villa-Villa	9	2.750	3.240	1983
Zudáñez	Canal pampa, Peral, Pupa Huaycu, Redención Pampa, Sala pampa, San Antonio y Turu Mayu	11	2.400	2.900	1983
Total		26			

Fuente: Elaboración propia

### Presiembra y siembra

El proceso comprendió:

Selección de la parcela: uniforme, buen drenaje, historial del manejo con rotación de cultivos. Superficie de la parcela: 105 m<sup>2</sup> (21 x 5m).

Sistema de siembra: chorro continuo en hileras

o surcos, cuatro surcos por accesión.

Densidad de siembra: 60 semillas por metro lineal.

Nivel de fertilización mineral: 64:46:00 (Fertilizantes: Superfosfato di amónico y Urea) y Nivel de fertilización orgánica 3 Tm/ha.

### Desarrollo vegetativo

Respecto al manejo de malezas, plagas y enfermedades, se realizó un diagnóstico de la presencia de estos factores, a partir del cual se hizo un manejo integrado del cultivo. Se realizó un seguimiento en base a variables propuestas por el Programa Nacional del Trigo PNT-INIAF, a través de fichas de seguimiento. Para asegurar el refrescamiento se procedió a suministrar riego suplementario.



**Figura 2.** Parcela de refrescamiento de accesiones de *Triticum* sp., en predios de la planta de acondicionamiento de semillas INIAF-Zudáñez -Chuquisaca. Fase fisiológica, espigado (Campaña agrícola 2013-2014)

## Etapa de cosecha y poscosecha



**Figura 3.** Parcela de refrescamiento de accesiones de *Triticum* sp., predios de la planta de acondicionamiento de semillas INIAF-Zudáñez-Chuquisaca. Fase fisiológica, maduración del grano, acción de depuración (roguins) del ensayo (Campaña agrícola 2013-2014)

La cosecha se realizó de forma escalonada por diferencias fisiológicas de las accesiones. Los granos fueron almacenados en sobres de papel kraft debidamente identificados.

En la evaluación y el seguimiento se aplicó tres tipos de fichas o registros en función a las fases del cultivo: (1) fase de prefloración, (2) fase de floración, (3) cosecha y poscosecha. Las variables evaluadas fueron con base en la propuesta técnica del Programa Nacional de Trigo – INIAF.

Las variables o descriptores cualitativos fueron procesados con distribución de frecuencias de

una vía, también se empleó el coeficiente de distancia de Jaccard y Cluster con el método centroide. A su vez, los descriptores cuantitativos fueron procesados con el análisis de regresión múltiple con el método de selección de variables, que inciden sobre el rendimiento de grano de trigo (Steel y Torrie, 1992; Montgomery, 2003; SAS Institute Inc, 2015).

### Resultados y discusión

Las accesiones de trigo refrescadas presentan características de espiga de diferente morfología (figura 4).



Figura 4. Espigas de accesiones de *Triticum* sp. (Campaña agrícola 2013-2014).

### Variables cualitativas

Las características cualitativas de las accesiones de trigo tienen predominancia en el porte de planta como semidecumbente, como tolerantes al acame, desgrane, incidencia a Roya y *Helminthosporium*, también presentan espiga laxa. Referente al color de espiga, con predominancia se registró rojo a café, color de grano blanco, tipo de grano en su generalidad lleno y

tamaño de grano mediano. Estas características tienen variabilidad desde dos a cuatro caracteres registrados (cuadro 2). Esta variabilidad de caracteres con tolerancia a varios factores como al acame, desgrane y enfermedades son propios de variedades nativas o criollas, que pueden ser usados por fitomejoradores. A su vez, estas accesiones muestran una característica de granos medianos, lo que se refleja en los rendimientos.

Cuadro 2. Distribución de frecuencia de las accesiones de trigo respecto a descriptores cualitativos

Descriptores	Accesiones	Porcentaje	Descriptores	Accesiones	Porcentaje
<b>Porte de la planta (PP)</b>			<b><i>Helminthosporium</i> (HL)</b>		
3 Semi decumbente	13	50,00	4 Tolerante	15	57,69
4 Semi erecto	10	38,46	5 Muy tolerante	11	42,31
5 Erecto	3	11,54	<b>Color de la espiga (CE)</b>		
<b>Reacción a acame (RA)</b>			1 Blanco	12	46,15
2 Susceptible	3	11,54	3 Rojo a Café	14	53,85
3 Mod. Tolerante	3	11,54	<b>Color del grano (CG)</b>		
4 Tolerante	16	61,54	1 Blanco	16	61,54
5 Muy tolerante	4	15,38	3 Rojo	10	38,46
<b>Reacción al desgrane (RD)</b>			<b>Tipo de grano (TGR)</b>		
3 Mod. Tolerante	3	11,54	3 Casi lleno	4	15,38
4 Tolerante	15	57,69	4 Lleno	22	84,62
5 Muy tolerante	8	30,77	<b>Tamaño de grano (TG)</b>		
<b>Roya</b>			1 Pequeño	8	30,77
3 Mod. Tolerante	9	34,62	3 Mediano	17	65,38
4 Tolerante	15	57,69	5 Grande	1	3,85
5 Muy tolerante	2	7,69	Total	26	100,00
<b>Densidad de la espiga (DES)</b>					
2 Laxa	21	80,77%			
3 Mod. compacta	5	19,23%			

Con base en el coeficiente de distancia de Jaccard se generó 10 grupos (Cluster) de las accesiones a una distancia de 0,6031. Respecto al grupo 2, tiene accesiones con mayor frecuencia colectadas del cultivar Gabo y el grupo 6 está conformado por dos accesiones del cultivar Trigo Australiano, estos resultados permiten visualizar la estabilidad de los caracteres morfológicos del trigo Gabo y Australiano. Asi-

mismo, los otros grupos conformados incluyen accesiones de diferentes cultivares, este aspecto probablemente sea por el manejo del cultivo y en diferentes sitios. Sin embargo, pueden deberse también a la respuesta propia de cada accesión, dadas sus características genotípicas y fisiológicas intrínsecas que tienen respuesta sobre todo al cambio climático que impera en el medio.

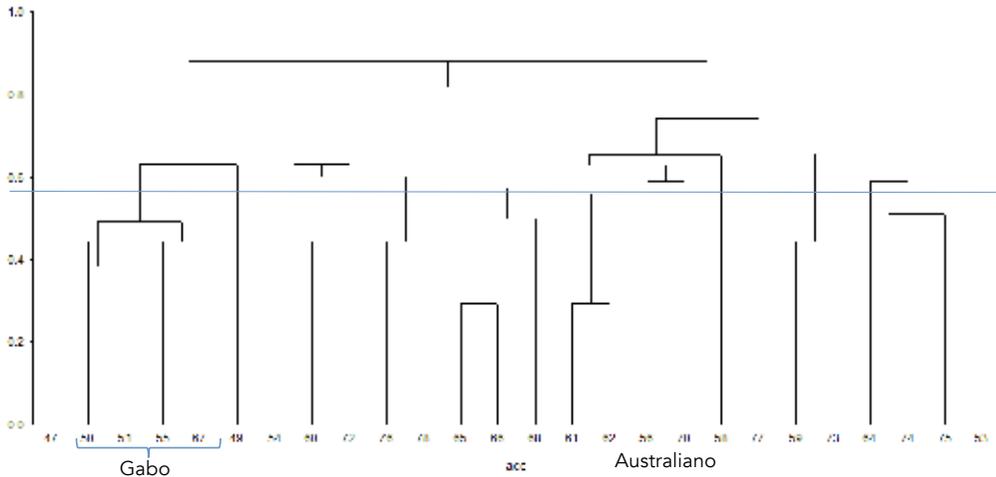


Figura 5. Cluster por método centroide de las distancias Jaccard entre accesiones de trigo

### Variables cuantitativas

El rendimiento de grano de trigo (cuadro 3) presenta variación de 446 a 5.626 kg/ha y ha generado un coeficiente de variación de 39%, este resultado se asume por el efecto ambiental aso-

ciado con la expresión genotípica de las 26 accesiones de trigo. La variación mínima (%) se observó en la germinación de la semilla posterior a la cosecha, que está próxima al 98% e indica que la semilla refrescada puede ser introducida en la cámara de conservación.

**Cuadro 3.** Estadística descriptiva de accesiones de trigo respecto a descriptores cuantitativos

Variable	n	Media	Desv. Tip.	Mínimo	Máximo	Coef. Var. (%)
Días a la emergencia (DE)	26	5,27	0,60	5	7	11,46
Germinación (%) (G)	26	86,35	8,19	60	95	9,49
Nº de macollos (NM)	26	4,42	0,76	3	6	17,13
Días a la floración (DF)	26	53,65	7,18	40	69	13,38
Altura de planta (AP) cm.	26	91,77	16,03	50	120	17,47
Longitud de espiga (LE)	26	7,65	1,20	5	10	15,65
Nº hileras por espiga	25	4,04	0,20	4	5	4,95
Nº de granos por hilera espiga (NGH)	26	7,85	0,73	6	9	9,33
Días a la madurez (DM)	26	122,54	10,42	103	145	8,51
Peso de 1.000 granos (PMG) (g)	26	44,00	5,40	34	52	12,26
Rendimiento grano (kg/ha)	26	2.798,54	1.095,42	446	5.626	39,14
Germinación poscosecha (%)	26	98,41	0,81	96,67	99,67	0,83
Humedad al 10/09/2014 (%)	25	11,52	0,29	11	12,2	2,50

Las variables cuantitativas presentan correlación significativa en siete oportunidades, donde rendimiento está asociado con el número de granos por hilera (Anexo 3). El mismo número de granos por hilera está relacionado con longitud de espiga y días a la floración, esta última está correlacionada con la altura de planta. Asimismo, días a la maduración está correlacionada con el peso de 1.000 semillas y contenido de humedad de la semilla. Probablemente este análisis correlacionado de factores que guarda cierta lógica técnica podría ser más cohesionado si se contaría con información de una caracterización agromorfológica, de ahí se concuerda la necesidad de realizar este trabajo la próxima

gestión agrícola.

El análisis de regresión múltiple con el método de identificación de variables significativas (cuadro 4) presenta dos variables seleccionadas a la P: 0,05. La variable peso de 1.000 semillas presenta significación estadística a la P: 0,05 que inciden en el rendimiento de grano por cada gramo en  $96,35 \pm 35,07$  kg/ha. Las otras 11 variables (cuadro 3) no tienen influencia sobre el rendimiento; sin embargo, se puede inferir que podría tener cierto grado de atribución o dominio también variables como el tipo de grano (lleno) y tamaño del grano (mediano).

**Cuadro 4.** Análisis de regresión según el método Stepwise de descriptores cuantitativos sobre el rendimiento

Fuente variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F	Pr > F
Regresión	2	6083629	3041814	4.00 *	0.0337
Residuo	21	15970188	760485		
Total	23	22053817			

Variable	Estimador parámetro	Error estándar	Sumas cuadradas tipo II	F	Pr > F
Intercepto	481.87084	1559.32932	72623	0.10 ns	0.7603
Número macollos	-402.20563	250.84235	1955173	2.57 ns	0.1238
Peso de 1000 semillas	96.3534	35.06701	5741525	7.55 *	0.0121

Referente a trabajos realizados con el cultivo de trigo, se tiene el antecedente de que 50 líneas avanzadas de trigo harinero adaptadas a climas semiáridos (Marza *et al.*, 2014), que presentan rendimientos de  $5.337,0 \pm 966,3$  kg/ha, que superan a las observadas en las 26 accesiones de trigo. Nótese que en las 26 accesiones de trigo probablemente se pueda, a través de mejoramiento genéti-

co, rescatar genes de resistencia a enfermedades; si se toma en cuenta que las variables cualitativas muestran que la mayor frecuencia de accesiones (15) registró ser tolerantes a Roya y *Helminthosporium* (cuadro 2). Por ejemplo, el grupo 6 presenta la accesión 70 con el carácter muy tolerante a roya y la accesión 53 tolerante a *Helminthosporium* en el grupo 10 (cuadros 5 y 6)

**Cuadro 5.** Accesiones de trigo agrupadas y descritas por el efecto de la roya

Roya	Grupo o cluster										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
3 Mod. Tolerante	2	3	2	-	1	-	-	1	-	-	9
4 Tolerante	-	-	4	5	1	1	3	-	1	-	15
5 Muy tolerante	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2
Total	2	3	6	5	2	2	3	1	1	1	26

**Cuadro 6.** Accesiones de trigo agrupadas y descritas por el efecto de *Helminthosporium*

<i>Helminthosporium</i>	Grupo o cluster										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4 Tolerante	2	3	-	5	2	-	2	-	1	-	15
5 Muy tolerante	-	-	6	-	-	2	1	1	-	1	11
Total	2	3	6	5	2	2	3	1	1	1	26

En el ámbito de difusión de resultados, indudablemente el Día Departamental del Trigo se ha constituido en un escenario ideal para socializar el trabajo de investigación desde la perspectiva técnica: visualizar *in situ* las características agromorfológicas de las accesiones; económica: vislumbrar algunas accesiones promisorias para el mercado y como fuente de fitomejoramiento; social: por la composición de los visitantes (productores, técnicos institucionales, estudiantes, dirigentes y otros), quienes conocieron el proceso de refrescamiento; cultural: porque se incidió en la toma de conciencia y sensibilización del valor de los recursos genéticos para el desarrollo de la agricultura

## Conclusiones

Las accesiones refrescadas y su germinación presentan condiciones para ser conservadas en el Banco de Germoplasma de Cereales y Leguminosas que administra el INIAF, considerando que la variación mínima (%) se observó en la germinación de la semilla posterior a la cosecha, que registra una media de 98,41% y una humedad promedio de 11,52%, parámetros que indican que la semilla refrescada puede ser introducida en la cámara de conservación.

Se observó accesiones con similares características fenotípicas cualitativas y que conforman 10 grupos. Entre ellas, el grupo 6 y 10

componen dos accesiones muy tolerantes a roya y *Helminthosporium*.

El rendimiento es independiente de 11 variables cuantitativas evaluadas y el peso de 1.000 semillas posee cierta incidencia sobre el rendimiento ( $96,35 \pm 35,07$  kg/ha)

En el Día Departamental del Trigo el refrescamiento de las 26 accesiones se ha realizado en una parcela demostrativa, que fue visitada por productores de trigo para ver cuál es el proceso de refrescamiento, dentro del manejo de los recursos genéticos.

Para futuros trabajos de refrescamiento se deberá tomar en cuenta los lugares de origen del material genético, para efectuar el trabajo conjuntamente el agricultor o agricultora.

## Referencias citadas

- Marza, Félix; Butrón, R; Canelas, J; Huallpa, B; Tenorio, J; Villegas, R. Gutiérrez, G. 2014. “Variabilidad fenotípica de 50 líneas de trigo adaptadas a condiciones semiáridas”. En: Revista Científica de Investigación *InfoINIAF*. “Investigación e Innovación para la Seguridad y Soberanía Alimentaria en Bolivia” N° 3, Volumen 1. INIAF. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. pp 9-12. [www.iniaf.gob.bo](http://www.iniaf.gob.bo)
- Montgomery, D. 2003. Diseño y análisis de experimentos. Trad. Rodolfo Piña García. Limusa Wiley México DF 686p.
- Quiñones A.F. 2007. Variación de la producción de materia seca y eficiencia de absorción de nitrógeno en cultivares antiguos y modernos de trigo (*Triticum aestivum*) a dos niveles de disponibilidad de nitrógeno en suelos volcánicos. Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Agronomía.
- SAS Institute Inc. (2014). Documentation for SAS v9.2. [www.sas.com](http://www.sas.com).
- Senamhi, 2015. Sismet. Base de datos. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php>
- Steel R.; Torrie, J. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill, México DF. 621 p.