

Caracterización de accesiones de alfalfa recolectadas en el altiplano boliviano

José Luis Gutiérrez ¹, Fimo Alemán ², Nicolás Germain ³, Ladislao Lazarte ²

Introducción

La Red de Pastizales Andinos (REPAAN) auspicio recolecciones de germoplasmas nativos y naturalizados, como es el caso de la alfalfa criolla (*Medicago sativa* L.), identificada como un ejemplo típico y prioritario por Alzerreca (1992). Después, contempló las respectivas caracterizaciones y evaluaciones preliminares, para fomentar una base genética de variabilidad con el fin de proseguir futuros programas de mejoramiento.

El presente estudio enfoca la caracterización de accesiones de alfalfa recolectadas en el altiplano por el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), evaluadas y reproducidas en el Valle de Cochabamba por el Centro de Investigaciones en Forrajes (CIF), y menciona una primera evaluación morfológica de progenies. El trabajo contó con el respaldo de la REPAAN.

El objetivo general es la definición de posibles grupos de colecciones y progenies de alfalfa, a partir de caracteres morfológicos y agronómicos mediante la ayuda de métodos de análisis de datos, y/o mediante taxonomía numérica (Crisci y López Armengol, 1983). Eso permitirá seleccionar accesiones que presentan caracteres adecuados para formar variedades adaptadas a las condiciones del altiplano boliviano.

Inicialmente, se supone que la manifestación morfológica de un gen o de un complejo de genes depende del medio ambiente y que, en cada lugar, se ha seleccionado naturalmente los ecotipos más adaptados.

También, se supone que la variabilidad morfogenética entre plantas recolectadas en varios lugares supera a la encontrada en un mismo lugar.

Se espera que caracteres morfológicos, de fácil medición a bajo costo, permitirán detectar una variabilidad morfogenética entre accesiones.

Materiales y métodos

Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el Centro de Investigación en Forrajes “La Violeta”, situado en la localidad de Tiquipaya, a 11 km de la ciudad de Cochabamba, a una altitud de 2700 msnm.

¹ Ing. Agrónomo FCAP-UMSS.

² Investigadores CIF-UMSS.

³ Investigador ORSTOM.

Las condiciones térmicas presentan una estabilidad interanual; la pluviometría es altamente variable, pero con una época lluviosa definida; la radiación solar presenta variaciones estacionales, con niveles más altos durante la primavera (figura 1).

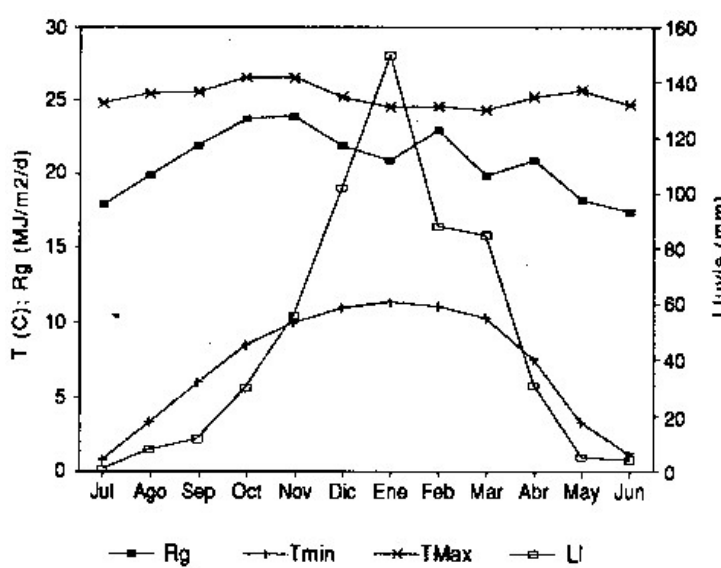


Figura 1. Promedios de las características climáticas mensuales de La Violeta.

Los suelos son coluvio-aluviales, profundos, arcillo-limosos, y con un pH alcalino. Además presentan variaciones texturales (Delgadillo, 1993), ligados al origen del suelo, y densidades aparentes por debajo de la capa arable del orden de 1.7 g/cc relacionadas al material parental (Céspedes, 1991).

Material vegetal

El material vegetal utilizado está formado por 53 accesiones de plantas de alfalfa, provistas por Alzérreca y Laura (1990), y además por 49 progenies nacidas de las 49 accesiones que produjeron semillas en las condiciones del CIF "La Violeta". A cada accesión corresponde una codificación ordenal; para facilitar la lectura de algunos resultados se hizo también una codificación alfanumérica por provincia (cuadro 1).

Cada planta fue plantada en un hoyo de 0.7 m de profundidad, y con 1 m de distancia entre hoyos. Las plantas fueron distribuidas al azar en el campo, registrándose los hoyos ocupados por cada accesión. Por la llegada irregular del material vegetal, esta plantación se realizó en tres fechas: 24/4/90, 4/5/90 y 31/7/90. El número de plantas prendidas por accesión varió de 0 a 6, de acuerdo al número de plantas recolectadas por accesión y a la tasa de sobrevivencia a la plantación.

Las semillas cosechadas en unimisma accesión, sea de una a seis plantas, fueron sembradas el 1/3/91 en dos surcos de 5 m de largo, cada uno en un bloque diferente, a una densidad de 0.35 g/m con una distancia de 0.7 m entre surcos, constituyendo las progenies F1.

VARIABLES MEDIDAS

Durante el proceso de caracterización se registraron caracteres morfológicos de las accesiones y de las progenies. Para este efecto, se adecuaron las recomendaciones del International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1991) para descriptores de medicagos anuales.

Cuando las plantas llegaron al estadio “15 % de floración”, sea durante el mes de septiembre de 1991, se herborizó partes de los tallos para una posterior observación en laboratorio. Se registraron (figura 2) la longitud y el ancho del foliolo central (FL y FA), la longitud y el ancho de la estipula (EL y EA), la longitud y el diámetro del pedúnculo (PL y PD), la longitud del peciolo (TL). Se consideró 10 observaciones por planta - caso de una progenie-. Después de un corte de evaluación de fructificación en diciembre de 1991, se registró el vigor al rebrote (RB), de acuerdo al estado de la planta (accesión) o al estado predominante del surco (progenie), según 4 modalidades: excelente, bueno, regular y deficiente. En febrero de 1992, de acuerdo al estado de la planta o al estado predominante del surco, el hábito (HB) se calificó según 3 modalidades: erecto, semi-erecto, postrado.

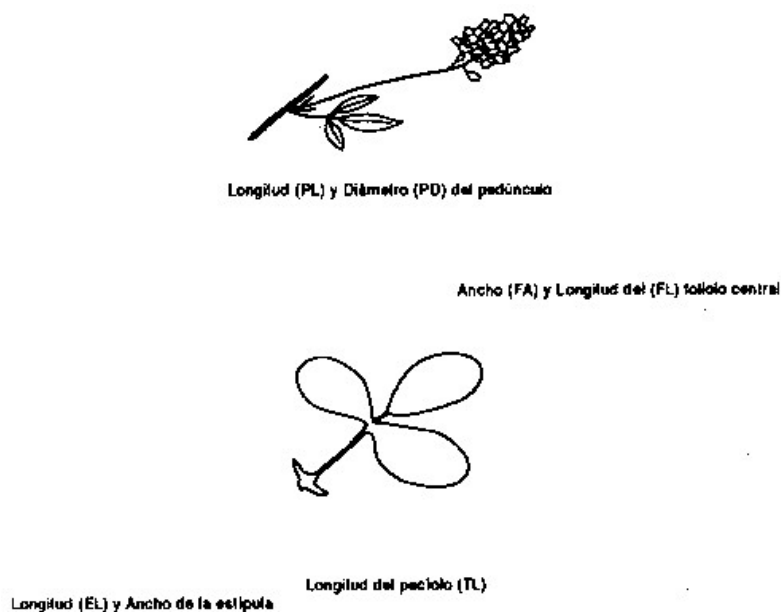


Figura 2. Caracteres morfológicos medidos.

MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Los datos fueron organizados en matrices básicas. La matriz de las plantas de las accesiones contiene 139 líneas, sea una por planta recolectada, siete variables cuantitativas, dos variables cualitativas, y una variable ordinal de tres cifras, cuyas dos primeras mencionan a la accesión pertinente y cuya última cifra corresponde al número de la planta en su accesión.

Esta matriz fue sometida al Análisis de Componentes Principales (ACP) (Philippeau, 1990), considerando únicamente como variables principales las siete variables cuantitativas, y como variables suplementarias las dos variables cualitativas codificadas como cuantitativas. Este análisis, realizado con las variables centradas y reducidas, fue complementado con clasificaciones

jerárquicas ascendente y descendente (Roux, 1985), con la distancia euclidiana, de las 139 plantas en el espacio de las siete variables cuantitativas centradas y reducidas. Todos los cálculos fueron realizados con el paquete Stat- ITCF versión 5 (1991).

Resultados

Observaciones

Observaciones de campo enseñaron que, dentro una misma accesión, las plantas pueden presentar hábito de crecimiento diferente. Este hecho fue confirmado por una visita a la recolección implantada en el fundo de Patacamaya del IBTA.

Por otra parte, no existe correlación entre el mismo carácter morfológico medido en una accesión y medido en su progenie correspondiente (Gutiérrez, 1993), y tampoco existe relación entre los grupos definidos por análisis de datos promedios de accesiones y las agrupaciones de las progenies en base a caracteres morfológicos y agronómicos.

Los resultados y observaciones conllevan a un análisis de las accesiones por planta individual.

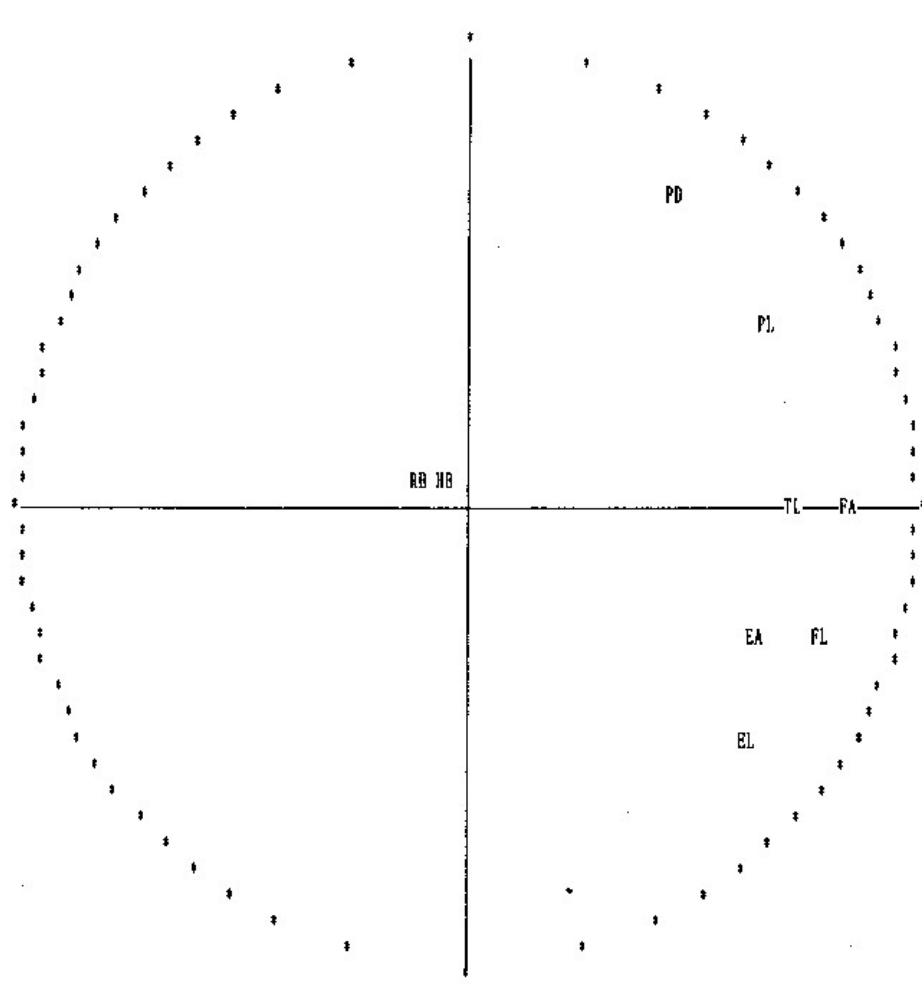
Caracterización

El ACP de las 139 plantas en el espacio de las siete variables cuantitativas enseña un primer eje factorial que lleva 48.3 % de la inercia, relacionado con todas las variables, y que puede expresarse como un factor de tamaño. El segundo eje, llevando 14.9 % de la inercia total, está relacionado con el tamaño de pedúnculo y más específicamente con el diámetro (figura 3). Las dos variables HB y RB, consideradas como suplementarias, parecen no tener relaciones con los dos primeros ejes factoriales.

La disposición de las plantas en el plano de los dos primeros ejes factoriales (figura 4) enseña varios casos, por ejemplo:

- una proximidad entre plantas recolectadas en un mismo lugar, caso de las accesiones “9” – proveniente de Milluni Viscachani, provincia Pacajes, departamento de La Paz, altitud de 4100 msnm.- y “52” – proveniente del Fundo Condoriri, provincia Cercado, departamento de Oruro, altitud de 3750 msnm.- que se ubican a la extremidad negativa del primer eje, lo que significa que son plantas pequeñas;
- una distribución casi continua según un eje, caso de las accesiones “46”- proveniente de Jonay Mayu Pampa, provincia Tomás Frías, departamento de Potosí- y “3”- proveniente de San Andrés de Machaca, provincia Ingavi, departamento de La Paz, altitud de 3920 msnm- a lo largo del primer eje factorial;
- una combinación de las dos disposiciones anteriores, caso de las accesiones “35” y “36”- ambas recolectadas en la estación experimental de Patacamaya, provincia Aroma, departamento de La Paz, altitud de 3790 msnm.

Eje 1 Horizontal
Eje 2 Vertical



VARIABLES PRINCIPALES:
FA ancho del foliolo
FL largo del foliolo
EL longitud de la estípula
EL longitud de la estípula

VARIABLES SUPLEMENTARIAS:
RB vigor al rebrote

PL longitud del pedúnculo
PD diámetro del pedúnculo
TL longitud del peciolo

HB hábito

Figura 3. Círculo de correlación de los dos primeros ejes factoriales.

Eje 1 Horizontal Eje 2 Vertical

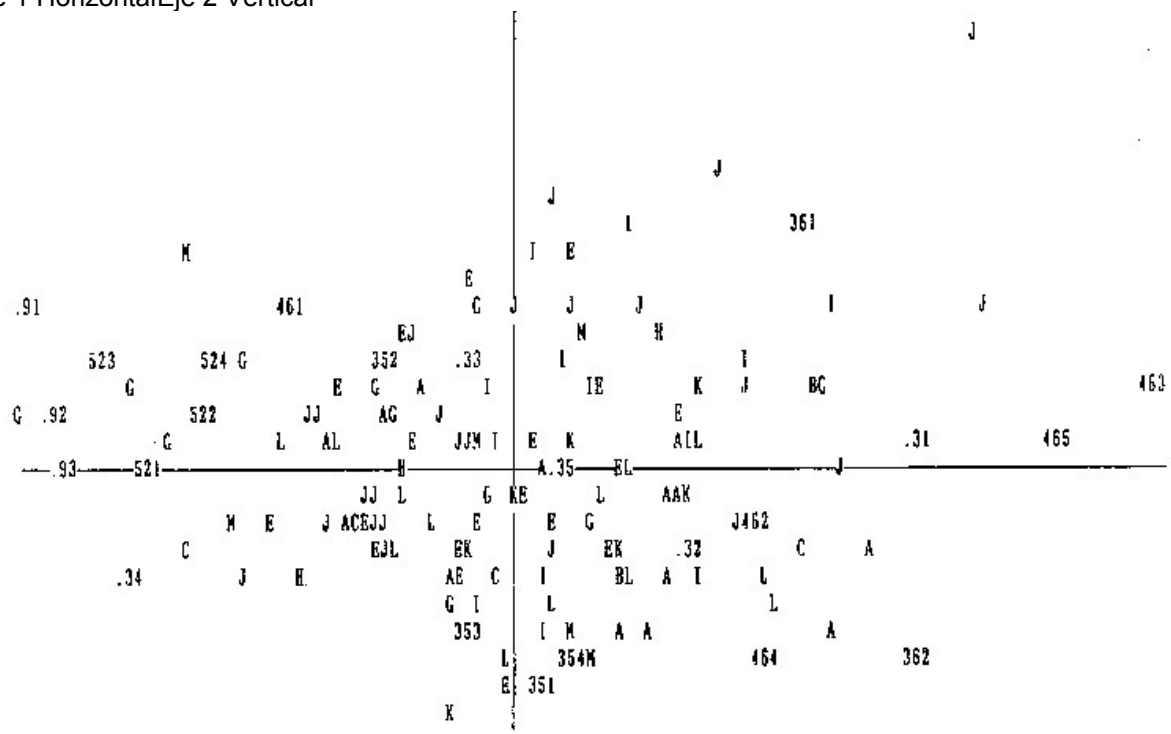


Figura 4. Representación de las 139 plantas en el plano de los dos primeros ejes factoriales (codificación simplificada).

Agrupación

Las clasificaciones jerárquicas ascendente y descendente respaldan los resultados anteriores: las plantas de una misma accesión pueden distribuirse en diferentes grupos y subgrupos (cuadro 1.)

Las clasificaciones permiten definir grupos y sub-grupos de plantas (figura 5) que conforman manchas delimitadas e individualizadas en el plano de los dos primeros ejes factoriales del análisis anterior, como se observa en la figura 6 en caso de la clasificación descendente.

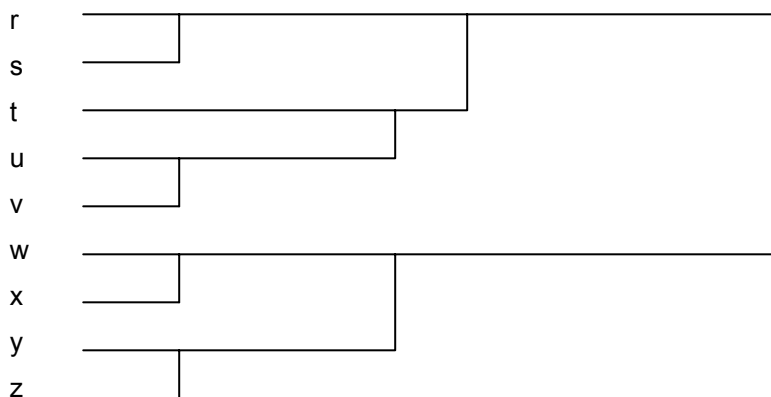


Figura 5. Dendrograma de la clasificación descendente jerárquica.

La clasificación descendente discrimina grupos más equilibrados que la ascendente.

Eje 1 Horizontal

Eje 2 Vertical

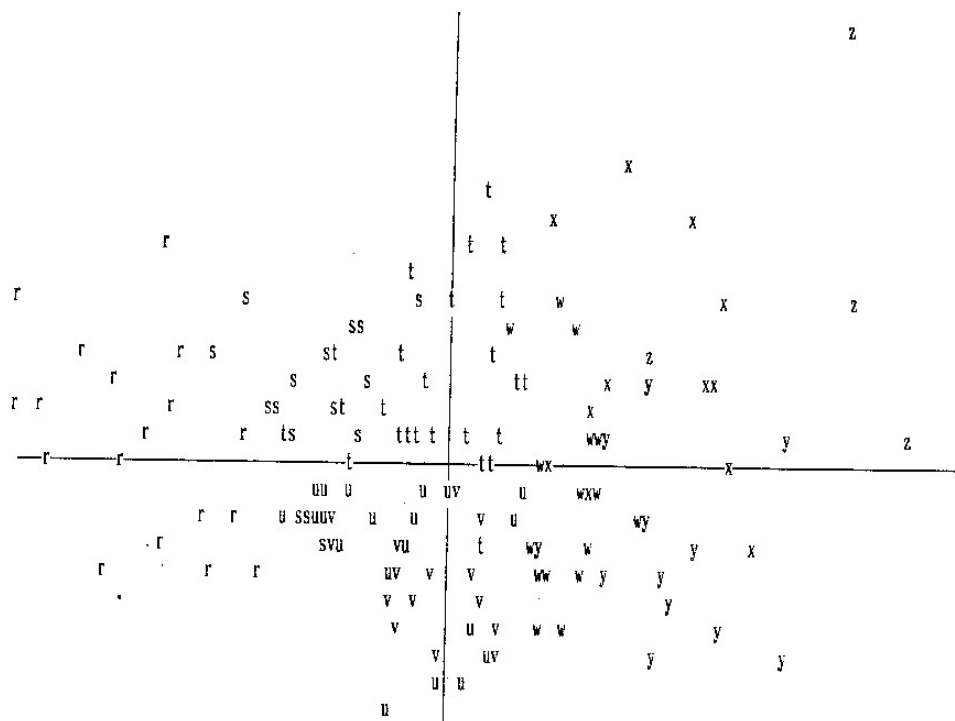


Figura 6. Representación de las 139 plantas en el plano de los dos primeros ejes factoriales (la codificación utilizada corresponde a los grupos de la clasificación descendente jerárquica).

Conclusiones

- Las plantas más pequeñas se encuentran en la provincia Cercado del departamento de Oruro, zona más fría respecto al área de recolección. Quizás esta característica está ligada a la tolerancia al frío. Pero en condiciones de campo, no hay que olvidar que la tolerancia al frío se relaciona también al microclima modificado por accidentes topográficos y arreglos humanos.
- Las provincias Tomás Frías y Avaroa presentan la mayor diversidad morfológica de las plantas recolectadas. Futuras recolecciones con un enfoque de abarcar una mayor variabilidad, podrían limitar su área de recolección a estas dos provincias.
- Cada planta recolectada es una fuente de diversidad morfológica, y no así el lugar de recolección. Entonces, la estrategia de un programa de formación de una variedad adaptada a las condiciones del altiplano boliviano, o a condiciones del altiplano boliviano, o a condiciones particulares alto – andinas, tendría que considerar poblaciones no uniformes, porque el microambiente selecciona la planta más adecuada en términos de sobrevivencia.
- Así el CIF intenta, en base al material recolectado y seleccionado al nivel de productividad y prolificidad en condiciones de valles, y en combinación con variedades comerciales, constituir un policross que sea apto para las condiciones del altiplano, aunque no sea estable al nivel genotípico.

Referencias

- ALZERRECA, H. 1992. Caracterización de algunas especies forrajeras nativas y naturalizadas de la pradera andina y criterios de selección para su recolección. IBTA. In Recolección y evaluación de germoplasma forrajero andino. Memoria del curso internacional, dictado en Riobamba, Ecuador: 29-65.
- ALZERRECA, H. y LAURA, J. 1990. Registro del banco de germoplasma forrajero. Especie: *Medicago sativa*. IBTA, Estación experimental de Patacamaya, Bolivia. 4 p.
- CÉSPEDES, D. 1991. Consumo de agua y producción de materia seca en alfalfa (*Medicago sativa*) en el valle central de Cochabamba. Tesis Ing. Agr. FCAP-UMSS, Cochabamba, Bolivia. 110 p.
- CRISCI, J.V. y LÓPEZ, M.F. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Serie de Biología, Monografía 26, OEA. Washington. 132 p.
- DELGADILLO, A., 1993. Variabilidad intraparcela y optimización del tamaño de las parcelas experimentales en la Violeta. Tesis Ing. Agr. FCAP-UMSS. Cochabamba, Bolivia. 130 p.
- GUTIÉRREZ, J., 1993. Caracterización de colecciones de alfalfa (*Medicago sativa* L.) de los andes bolivianos. Tesis Ing. Agr. FCAP-UMSS. Cochabamba, Bolivia. 121 p.
- INTERNACIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES (IBPGR). 1991. Descriptors for annual *Medicago*. 33 p.
- PHILIPPEAU, G. 1990. ¿Cómo interpretar los resultados de un análisis en componentes principales? Trad. Por A. Tomassone y J. Jonson-Alvarez. ITCF. París. 64 p.
- ROUX, M., 1985. Algorithmes de classification. Masson. Paris, Francia. 152 p.
- STAT-ITCF. 1991. Manuel d'utilisation. ITCF. Paris, Francia. 268 p.

Trabajo publicado en:

Revista: "Revista de Agricultura". Año 52. Nro. 27, febrero 1996. Amurrio, J., Soria, C. y Delgadillo, J. (eds.). FCAP-UMSS Cochabamba, Bolivia. pp. 14-20.

Tesis de grado del primer autor para la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas". Cochabamba. Bolivia. 1993.

Cuadro 1. Origen geográfico de las 139 accesiones, y agrupaciones por clasificaciones ascendente y descendente.

Departamento	Provincia	Lugar	Altitud (msnm)	Codificaciones		por clasificaciones														
				geográfica (completa, número/lugar, simplificada)		ascendente					descendente									
						n	o	#	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	
La Paz	Ingavi	Chuncarcota	3920	1	2 A	2								1		1				
			3920	2	1 A	1						1								
		San Andrés de Machaca	3920	3	5.3	1	3	1					1	2				1		1
			3960	6	2 A	2							1	1	1					
			3960	7	3 A	3									1			2		
	Corpa	3920	4	1 A	1												1			
		3920	5	5 A	3	2						1					1	2	1	
	Pacajes	Pacota Antaquira	3940	50	1 B	1	1												1	
			3930	51	1 B	1												1		
		Kallutaca	3910	8	1 C	2	1								1	1				1
			3840	33	2 C	1							1		1					
		3840	34	1 C	1							1								
	Milluni Viscachani	4100	9	3.9	3							3								
	Aroma	Patacamaya	3789	35	4 35	4	1							1	2	1				
			3789	36	2 36	1	1												1	
		Alto Patacamaya	3792	39	2 E	2							1						1	
		Carachuyo	?	37	1 E	1								1						
		San José	?	38	3 E	3								1		1	1			
		Tolar Sirca	3785	41	4 E	4								1		2	1			
			3785	42	3 E	3								1		1	1			
		Thola Huanta Rama	3785	43	4 E	4									1	1	2			
			3760	44	2 E	2							1		1					
		Oruro	Cercado	Fundo Condoriri	3750	15	2 G	4	2					1	1					
				3750	52	4 52	1						4							
				3800	40	1 G	1						1							1
Matas Pampa	3760			16	2 G	1	1	1							1					
Capilla	3830			53	1 G	1						1								
Chocoromo	3780			19	5 G	1	4					1	2		2					
Carangas	Chico Castiluma		3830	17	2 H	2						1		1						
	Capinota		3860	18	1 H		1										1			
Poopo	Pazña		3780	20	3 I	2	1							2					1	
			3780	21	4 I	4								1	1					
	Urmiri		3815	22	2 I	2												1	1	
	Kenalcani		3785	32	1 I	1										1				
	Apanaque		3770	31	3 I	3								2		1				
Avaroa	Tacagua		3740	23	2 J	2									2					
	Cachoca		3750	24	2 J	2							2							
	Condo		3830	25	3 J	3								2	1					
			3830	26	3 J	1	2					1		1	1					
	Quillakai Ayllu		3740	27	4 J	4							2	1						
	Juchu Suma		3740	28	5 J	3				2				1			1	1		
	Macallu		3740	29	4 J	3	1						1	1			1	1		
	Ventilla	3760	30	1 J	1								1							
Potosí	Linares	Kuchu Ingenio	3770	10	1 K	1								1						
		Puna Granja	3380	12	2 K	1	1								1		1			
			3380	13	1 K	1										1				
		Salitre	?	49	3 K	3								2				1		
	Saavedra	Buey Tambo	3450	11	2 L	2								2						
		Pesco Kuchu	?	45	6 L	5		1				1	1	1		2	1	1		
		Huaycurvi	?	48	5 L	5						1		1	2			1		
	Tomas Frías	Tarapaya	3335	14	3 M	1	2					1	1				1			
		Jonay Mayu Pampa	?	46	5 46	1	2		2			1	1					2		
		Samasa Alta	?	47	3 M	1	2					1			2					
	Total por clase						16	106	11	2	4	18	16	25	20	15	16	12	12	5