

Caracterización agromorfológica de ecotipos de maní (*Arachis hypogaea*) en Pedernal, Chuquisaca

Agromorphological Characterization of Peanut Ecotypes (*Arachis hypogaea*) in Pedernal, Chuquisaca

Teófilo Ramírez¹ & Martha Serrano²

¹Facultad Ciencias Agrarias. Carrera Ingeniería en Recursos Naturales. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca Sucre- Bolivia.

²Instituto de Seguridad Alimentaria- Herbario del Sur de Bolivia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia.

*martha_sucre@yahoo.com

Resumen

El maní es un recurso de la agrobiodiversidad con valor estratégico e importante rol para la seguridad alimentaria de la población rural. Es también fundamental en la generación de ingresos económicos para los agricultores de la región subtropical de Bolivia, y su valor cultural para los habitantes del Chaco. Se estudiaron ocho ecotipos de maní con el objetivo de determinar la diversidad agromorfológica del germoplasma de maní (*Arachis hypogaea*) de Bolivia. Estos ecotipos fueron sembrados en un diseño de bloques completamente al azar en la comunidad de Pedernal, para evaluar los caracteres morfológicos, utilizando cinco descriptores agromorfológicos del maní, que además cuentan con datos del material botánico recolectado. El análisis de varianza de los caracteres agromorfológicos cuantitativos de los ecotipos evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$), para los descriptores como: la altura de planta, longitud y ancho de los foliolos de la hoja. Los ocho ecotipos presentaron hábito de crecimiento decumbente, con diferencias en la arquitectura de las plantas como en el tipo de ramificación y la disposición de las ramas. El análisis con base en los descriptores cualitativos, también evidenció diferencias, como el porcentaje de emergencia los ocho ecotipos, y en las variables superficie del tallo y foliolos, siendo el ecotipo *Tubito Bayo* el más precoz. Esta información es útil para iniciar procesos para programas de conservación de la agrobiodiversidad, mejoramiento genético y obtención de nuevos cultivares de maní.

Palabras claves: Ecotipos de maní, germoplasma, descriptores, Pedernal, subtropical.

Abstract

The peanut is a resource of agrobiodiversity with a strategic value, and with an important role in the nutrition of rural populations. It is also an important source of income in the rural economy of the subtropical regions of Bolivia and is of significant cultural importance to the Chaco populations. Eight ecotypes of peanut (*Arachis hypogaea*) were studied with the objective of determining the agromorphological diversity of the Bolivian germplasm. Separate random plots were seeded with each of the eight ecotypes in the community of Pedernal, to evaluate the morphological characteristics, using five agromorphological descriptors of peanut which were checked against botanical collections. An analysis of variance of the quantitative characters of the ecotypes showed significant differences ($p < 0.05$) for the descriptors of plant height, leaf length, and leaf width. *Tubito Bayo* is the earliest ecotype that shows morphological variability between ecotypes. The eight ecotypes showed a decumbent growth habit, with evidence of differences in the branching characteristics with the presence or absence of a sequential aspect to the branching. Through an analysis of the qualitative descriptors, differences were found in the percent emergence between the eight ecotypes and also in the surface areas of stem and leaflets. This information is useful for initiating and supporting programs of agrobiodiversity conservation, genetic improvement, and obtainment of new cultivars of peanut.

Key words: Descriptors, germplasm peanut ecotypes, Pedernal, subtropical.

Introducción

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es reconocido como uno de los cultivos de leguminosas importantes del mundo por su uso en la alimentación humana (Wang et al. 2011) cultivado en regiones tropicales y subtropicales (Halward et al. 1991). El maní es originario de América del sur, posiblemente de Bolivia, donde se ha encontrado una gran variabilidad genética de parientes silvestres (Krapovickas et al. 2009). Además se ha adaptado a una amplia gama ecológica, se cultiva bajo diversos sistemas de producción agrícola en Asia, África, y las Américas ampliamente distribuido en países como Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay (FAO 2013). Sobre la base de la características morfológicas de maní, son reconocidos un gran número de variedades locales (Krapovickas y Vanni 2010). Debido a la pérdida de hábitat y los cambios globales, muchas de las variedades de cultivos están en peligro de extinción, los registros bioclimáticos indican que el cambio climático será responsable de la pérdida del 50% en el rango de distribución de las poblaciones silvestres de maní (*Arachis sp.*), papa (*Solanum sp.*) y caupí (*Vigna sp.*) y que, por sus efectos, el 16-22% de estas especies se extinguirán para el año 2055 (UICN 2010).

Las principales zonas productoras de maní en Bolivia se encuentran en la región del Chaco de Santa Cruz, Tarija y Chuquisaca en una diversidad de condiciones agroecológicas (SENACYT 2011). Estas condiciones generan el desarrollo de ecotipos reconocidos y cultivados por los agricultores para su alimentación y forman parte de su cultura. Estos ecotipos son importantes para la subsistencia de los agricultores más pobres y corren el riesgo de perderse si no se procede a su registro y conservación como nuevas variedades del cultivo de maní (Biodiversity International 2011), con características de mejor rendimiento, ciclo agrícola corto y resistencia a plagas y enfermedades (SENACYT 2011). Mediante investigaciones agronómicas se han descrito 14 variedades (Blanco 2013) y 22 ecotipos (PROINPA 2014) que hacen referencia a sus características morfológicas, agronómicas y moleculares con datos no publicados para la ciencia y sin evidencias de colectas botánicas que soporten las descripciones morfológicas y que sea de fácil acceso para nuevas investigaciones.

Nuestro objetivo fue comparar la variabilidad

morfológica de ecotipos y de maní (*Arachis hypogaea*), para la conservación de la agrobiodiversidad y aportar a la obtención de nuevo material genético con características útiles en la producción sostenible del maní, para lo cual se analizó la variabilidad morfológica de los ecotipos de maní, describieron las características morfológicas de los ecotipos.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El experimento de campo fue realizado en la comunidad de Pedernal, Municipio Padilla ubicado a 240 km de la ciudad de Sucre a 1445 msnm, 19°23'LS y 64°05' LW con precipitación anual de 1000 mm y temperatura media de 20 °C a una altitud de 1445 m, en suelos de textura franco arenoso (SERNAP 2011). La comunidad es parte del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño importante por su biodiversidad (PROMETA 2001, Serrano 2009), tiene una superficie total de 2627.69 km², internamente delimitada en un área natural de manejo Integrado de 1.205,29 km² donde debe emprenderse acciones de conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible de las cuales están vinculadas a la producción de cultivos de la zona como el maíz, ají, maní y papa, la agricultura se desarrolla en un sistema tradicional (PDM 2011) con cultivos que se realizan en terrenos con pendientes y topografía accidentada, motivo por el cual la introducción de maquinaria agrícola es limitada, la producción agrícola de esta comunidad en general es de subsistencia (Cerezo 2009).

Diseño experimental

La siembra de los ecotipos de maníes *Blanco paradiño*, *Colorado de Bartolo*, *Colorado del Villar*, *Coloradito*, *Tubito colorado*, *Overo Atirimbia*, *Overo Guarayo* y *Tubito bayo* (Tabla 1, Anexo 1), fue realizada en condiciones a secano en parcelas de 8.4 m² con 28 plantas en un diseño de bloques completamente al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones, en terreno de un productor de Pedernal donde fueron evaluadas las características morfológicas de ocho ecotipos en sus diferentes etapas de desarrollo. Se evaluaron 10 plantas de maní por unidad experimental.

Tabla 1. Listado de ocho ecotipos locales de maní con su código y la fuente de la colección, manejados por los agricultores del sur de Bolivia.

Tratamiento	Código	Nombre del ecotipo	Procedencia
T1	TB	<i>Tubito Bayo</i>	Bartolo. Municipio de Monteagudo. Chuquisaca.
T2	CV	<i>Colorado del Villar</i>	El Dorado, Municipio El Villar, Chuquisaca
T3	C	<i>Coloradito</i>	Pedernal, Municipio de Monteagudo, Chuquisaca.
T4	TC	<i>Tubito Colorado</i>	Pedernal., Municipio de Monteagudo, Chuquisaca.
T5	BP	<i>Blanco Paradito</i>	Carmen Florida, Municipio de Rurrenabaque, Beni
T6	OA	<i>Overo Atirimbia</i>	Atirimbia, Municipio de Huacareta, Chuquisaca.
T7	OG	<i>Overo Guarayo</i>	Rosario del Ingre, Municipio de Huacareta, Chuquisaca.
T8	CB	<i>Colorado de Bartolo</i>	Bartolo, municipio de Monteagudo. Chuquisaca.

Muestreo

Las evaluaciones fueron realizadas siguiendo los descriptores morfológicos para el cultivo de maní del IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) y el ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid-Tropics), y de otras investigaciones que publicaron listados de descriptores para la especie *Arachis hypogaea* L. (Pittman 1995, Barry et al. 2010). Se evaluó 13 variables cuantitativas (morfológicos y agronómicos) y 10 cualitativas (Tablas 2 y 3) durante las etapas de crecimiento de los ecotipos, siguiendo parámetros propuestos para el cultivo de maní por Boote (1982).

Asimismo, se procedió a la colecta del material botánico procedente de las parcelas y plantas en evaluación, siguiendo las técnicas de recolectas botánicas (Portal 2012 en www.hsbbolivia.org), con datos precisos de este material, para luego incorporarlo a la colección de agrobiodiversidad del herbario del Sur de Bolivia de la Facultad de Ciencias Agrarias. Las evaluaciones postcosecha fueron realizadas en los gabinetes del herbario y laboratorios de BEISA 3 en la Facultad de Ciencias Agrarias en Sucre.

Análisis de datos

Los análisis estadísticos fueron realizados con datos de los ocho ecotipos, las cuales no tuvieron datos

faltantes para las variables bajo estudio. Se realizó el análisis mediante estadística descriptiva, calculando el coeficiente de correlación de Pearson entre pares de caracteres cuantitativos. La contribución de cada variable en la explicación de la variabilidad total de los individuos de cada ecotipo se determinó a través de los vectores propios derivados de la matriz de correlación entre las 13 variables según un Análisis de Componentes Principales (CP).

Las pruebas estadísticas para las variables cualitativas se transformaron en datos binarios teniendo en cuenta la presencia o ausencia (1/0) de cada código de descriptores. Se aplicó un análisis de coordenadas principales seleccionando el coeficiente similitud de Jaccard y los datos fueron analizados utilizando métodos de agrupamiento más altos para similitud/distancia. El análisis de coordenadas principales (ACP) se utilizó para determinar los principales patrones de agrupamiento basado en el conjunto de datos multivariados.

Finalmente, se realizó el análisis de conglomerados para generar un dendrograma que representa la relación de la morfología de los ocho ecotipos locales de maní (Dillon & Goldstein 1984).

Tabla 2. Descriptores de las variables cuantitativas y fases de evaluación de ocho ecotipos de maní cultivados en un ensayo experimental en la comunidad de Pedernal, Bolivia.

Variables cuantitativas	Evaluación del descriptor	Fase de evaluación
Altura del tallo principal (cm)	Medido en la parte más alta de la planta	Registro entre los 50-80 días después de la siembra
Distribución foliar (cm)	Medición del diámetro o ancho del follaje.	Registro entre los 50-80 días después de la siembra
Diámetro del tallo principal (mm)	Medición del diámetro del tallo a los 60 días	Registro el día 60 después de la emergencia
Longitud del foliolo (mm)	*Medido en la parte más larga del foliolo	Registro en la hoja más desarrollada de la planta
Ancho del foliolo (mm)	*Medido en la parte más ancha del foliolo	Registro en la hoja completa más desarrollada de la planta
Longitud de la vaina (mm)	*Medido en la parte más larga de la vaina	Promedio de 10 vainas maduras después de la cosecha
Ancho de la vaina (mm)	*Medido en la parte más ancha de la vaina	Promedio de 10 vainas maduras después de la cosecha
Longitud de la semilla (mm)	*Medido en la parte más larga de la semilla	Promedio de 10 semillas maduras después de la cosecha
Ancho de la semilla (mm)	*Medido en la parte más ancha de la semilla	Promedio de 10 semillas maduras después de la cosecha
Peso de 100 semillas (g)	*Registro de 100 semillas/ecotipo	Peso de 100 semillas maduras, sin arrugas, escogidas al azar después de la cosecha
Nº de días hasta el 50% de emergencia	Registrado los días desde la siembra al 50% de emergencia de la unidad experimental	Desde la siembra al día del porcentaje requerido
Nº de días hasta el 50% de floración	Registrado los días desde la siembra al 50% de floración de la unidad experimental	Desde la siembra al día del porcentaje requerido
Nº de días hasta la cosecha	Registrado los días desde la siembra hasta el día de la cosecha	Desde la siembra al día del porcentaje requerido

*promedio de diez muestras al azar de cada planta seleccionada.

Tabla 3. Descriptores de las variables cuantitativas y fases de evaluación de ocho ecotipos de maní cultivados en un ensayo experimental en la comunidad de Pedernal, Bolivia.

Variables cualitativas	Descriptor	Fase de evaluación
Disposición de las ramas	1 Alterna 2 Secuencial 3 Irregular con flores sobre el tallo principal 4 Irregular sin flores sobre el tallo principal	Evaluado sobre ramas laterales desarrolladas
Número de ramas	1 Primaria 2 Secundaria 3 Terciaria	Número de ramas laterales de la planta bien desarrollada
Tipo de flor	1. Simple 2. Compuesta (número de flores por axila)	Evaluado la estructura de las flores desarrolladas
Forma del foliolo	1 Elíptico – oblongo 2 Elíptico – angosto 3 Elíptico – ancho 4 Suborbicular 5 Orbicular 6 Ovado 7 Obovado 8 Oblongo 9 Ob-oblongo emarginado	Evaluado sobre el foliolo apical totalmente abierto de la tercera hoja del tallo principal.
Ápice del foliolo	1 Casi glabro arriba (haz), pilosidad abajo (envés) 2 Casi glabro arriba, pelos y/o cerdas abajo 3 Casi glabro abajo, pelos arriba. 4 Casi glabro abajo, pelos y cerdas arriba	Registro de folíolos desarrollados del tercer nudo
Nº de semillas por vaina	1 =1-2 2 =3-4 3 =5-6	Registro después de la cosecha
Punta de la vaina	0 Sin punta 1 Ligera 2 Moderada 3 Prominente 4 Muy prominente	Registrado después de la cosecha
Estrangulamiento de la vaina	0 Sin estrangulamiento 1 Ligero 2 Moderado 3 Profundo. 4 Muy profundo	Registrado después de la cosecha
Reticulación de la vaina	0 Sin reticulación 1 Ligera 2 Moderada 3 Prominente 4 Muy prominente	Registrado después de la cosecha
Color de la semilla	1 Un solo color 2 Abigarrado	Registrado después de la cosecha

La realización de la investigación contó con el consentimiento del Servicio Nacional de Áreas Protegidas, Autoridades del Gobierno Autónomo del Municipio de Padilla y el consentimiento y acuerdo de la comunidad de desarrollar la investigación en terrenos de uno de sus agricultores. Se compartió todo el proceso de formulación, evaluaciones del personal técnico del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal, dependiente del estado Plurinacional de Bolivia, quienes serán los encargados de resguardar el material genético proveniente de esta investigación.

Resultados

Caracteres morfológicos con mayor capacidad de diagnóstico para la diferenciación de los ecotipos

Las características morfológicas que mostraron mayor variabilidad en los ecotipos fueron longitud y ancho de foliolo (LF), *Blanco paradito*, *Tubito Bayo* y *Colorado*. En cuanto a la arquitectura de la planta prevalecieron los caracteres de altura, mostrando diferencias en el desarrollo de las mismas *Tubito*

bayo, *Colorado el Villar* y *Blanco paradito*, los que obtuvieron mayor altura al finalizar los 90 días, aunque en relación con el diámetro de los tallos a los 60 días, *Colorado el Villar* no obtuvo similar crecimiento en relación a los otros dos ecotipos (Tabla 4). El análisis de las variables que caracterizan la morfología de las hojas destaca diferencias significativas en el ancho y largo de los foliolos de los ecotipos *Tubito Bayo*, *Blanco paradito* y *Coloradito* que a la vez guarda relación con el crecimiento de las plantas. Estas diferencias también fueron confirmadas mediante el análisis de varianzas con resultados que mostraron diferencias significativas para cada variable.

Los descriptores agronómicos con mayor variabilidad fueron días de emergencia que varía entre 6 a 13 días, siendo *Tubito Bayo* el más precoz; del mismo modo el número de días para la maduración fue muy variable mostrando a este ecotipo como el que obtuvo la maduración de los frutos en menos días y el más tardío *Colorado Bartolo*; floración estuvo entre 50-60 días, reportando mayor número de días para la floración el ecotipo *Overo Guarayo*, con baja variabilidad entre ecotipos.

Tabla 4. Valores promedio: altura de las plantas a 50 días (H1), altura a 80 días (H2), diámetro foliar después de 50 días (DF1), diámetro foliar a 80 días (DF2), diámetro del tallo principal a 60 días, longitud del foliolo (LF), ancho del foliolo (AF), longitud de las vainas (LV), ancho de la vaina (AV), longitud de la semilla (LS), ancho de la semilla (AS), días para la emergencia (DE), días para la floración (DF), días de maduración (DM) peso de frutos (P) de cada ecotipo.

Variables	H1	H2	DT	DF1	DF2	LF	AF	LV	AV	LS	AS	DE	DF	DM	P
	cm											días			g
BP	29.10	40.03	0.07	43.20	78.83	7.50	3.70	3.94	1.53	1.69	0.94	7	50	149	68
C	27.27	35.6	0.06	40.60	80.23	6.96	3.69	3.94	1.65	1.70	1.00	9	52	147	62
CB	29.53	42.07	0.05	37.73	89.90	5.20	2.88	3.69	1.63	1.76	0.95	11	54	175	114
CV	28.47	40.60	0.05	41.60	70.47	5.03	2.74	3.89	1.61	1.77	1.00	13	55	171	117.30
OA	27.23	37.37	0.06	47.60	74.03	5.62	3.11	3.95	1.47	1.71	0.94	13	53	158	120.00
OG	24.63	36.47	0.05	41.10	79.27	5.65	3.08	3.65	1.63	1.75	0.96	13	56	174	107.70
TB	31.52	43.43	0.07	42.83	78.43	7.19	3.70	3.78	1.67	1.76	1.01	6	50	150	54.00
TC	29.27	39.93	0.06	38.10	73.33	6.43	3.23	3.52	1.63	1.83	1.09	7	51	149	52.67
CV (%)	7.19	6.95	14.2	7.52	5.47	15.32	11.81	4.26	4.22	2.61	5.14	30.35	4.3	7.7	31.61

Mediante el análisis de componentes principales en general en el biplot (Fig. 2) se observa que las diferencias causadas por la heterogeneidad entre ecotipos muestran la separación entre los ecotipos de maní según su morfología en dos grupos: caracteres morfológicos explicados o con mayor peso en la variable altura de planta que explicó mejor la variabilidad medido en dos tiempos (50 y 80 días) entre los ecotipos, obteniendo pesos vectoriales

de 0.69 y 0.57 respectivamente; y por otro lado los caracteres agronómicos como los días de emergencia después de la siembra, únicamente la variable ancho de la semilla se asocia a este grupo, por la relación con el peso de las semillas. Por la cercanía que presentan las variables agronómicas, se infiere que su incremento, directo o indirecto podría originar un aumento en su producción en grano de maní, debido a que están correlacionadas positiva y significativamente.

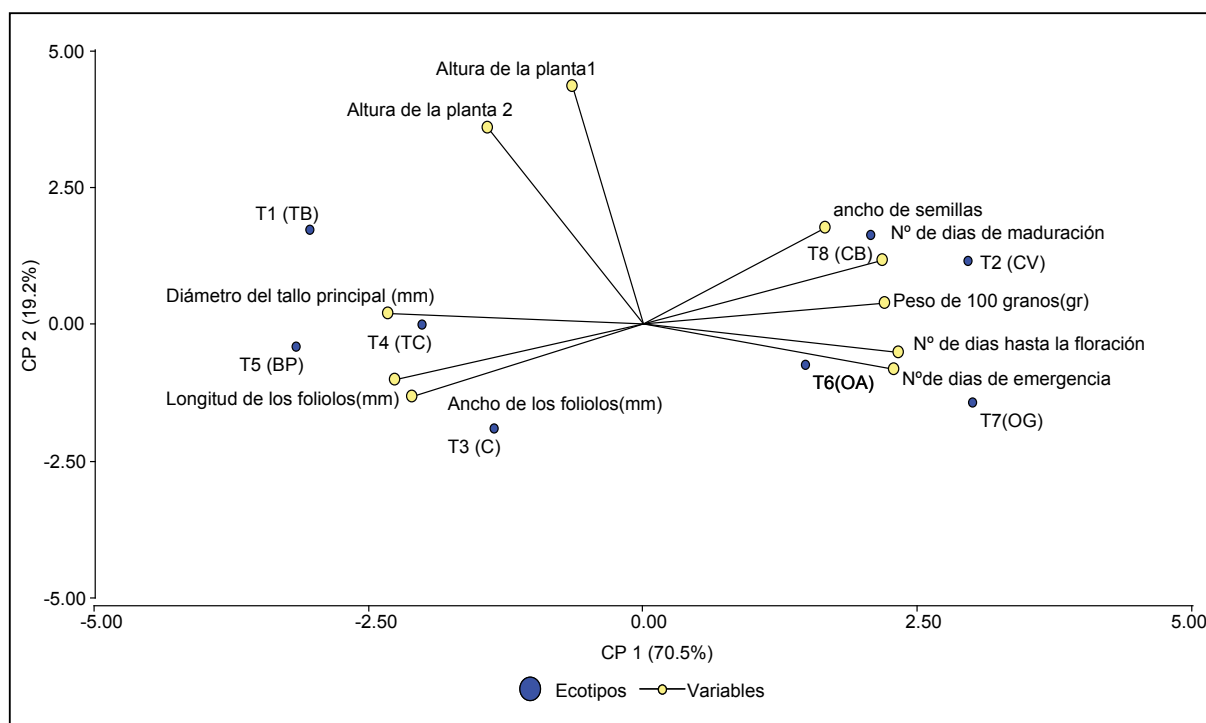


Figura 2. Biplot con los pesos de 10 variables cuantitativas medidos en ocho ecotipos de maní en una escala bidimensional.

Al analizar las interrelaciones entre los ecotipos y ocho variables de mayor significancia, se observó que los dos primeros vectores o ejes representaron más del 89% de esta variación en los ecotipos (estructura de varianzas y covarianzas de los datos), donde PC1 explica el 70% y PC2 19% de la variación en relación con las diferentes variables cuantitativas, respectivamente e indican claramente que la altura de la planta, longitud y ancho de los foliolos, diámetro del tallo principal, número de días de para la emergencia y maduración de los frutos son importantes y tienen un fuerte efecto en variación de las características del maní. La dispersión de los ocho ecotipos en los dos cuadrantes sugieren que hay variabilidad morfológica disponible para un programa de Fitomejoramiento.

Determinación el grado de información aportada por cada carácter respecto a los demás

Las variaciones morfológicas de los ecotipos de maní, detectado por el análisis de componentes principales (ACP), fueron confirmadas mediante análisis discriminante (AD), utilizando como variables de agrupamiento las variables cualitativas (Fig. 3). La mayoría de los ecotipos presentaron diferencias por la superficie del tallo y foliolo, predominantemente con pubescencia intermedia, el color de los pétalos y las sus pintas (manchas lineales en la corola), además. En los diferentes estados de crecimiento presentaron color verde diferenciado entre los tallos de los ecotipos. La posición de las variables entre los dos ejes canónicos indica que las variables superficie del tallo y foliolo están asociados positiva y negativamente a

la función canónica 1, y el color de la pintas de los pétalos, pigmentación del tallo, y margen del foliolo a la función canónica positiva 2 y negativa para la variable forma de foliolo.

La clasificación general obtenida de dicho análisis indica que el 85% de los ecotipos fueron clasificados

tienen buen poder discriminante, en función a la longitud de los vectores, (Wilks' lambda= 0.009; $P < 0.001$) y que las dos primeras funciones discriminantes extraídas del AD explican el 98.68 % de la varianza total.

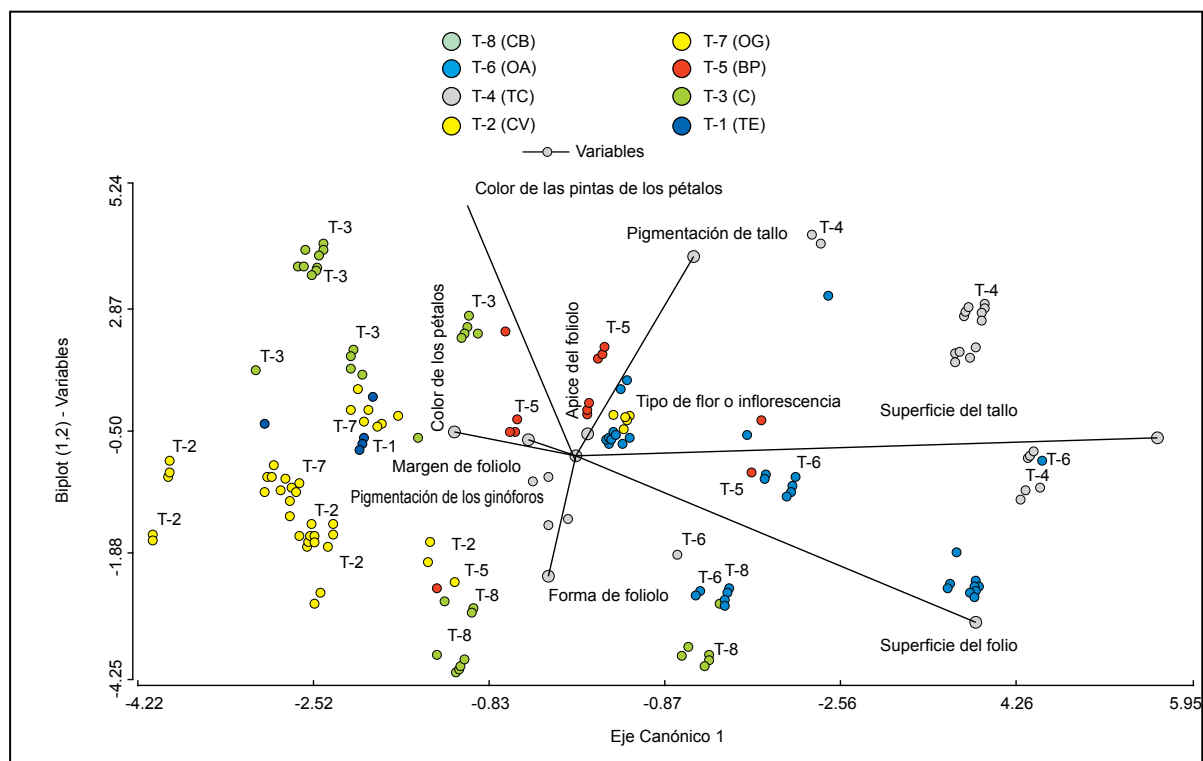


Figura 3. Análisis de la función discriminante (AD) de los caracteres morfológicos de ocho ecotipos de maní en el espacio de las variables canónicas (Ejes canónicos 1 y 2).

Interdependencia entre caracteres morfológicos de los ecotipos

Para el análisis de la interdependencia entre caracteres morfológicos de los ecotipos, se utilizó como estimador el valor de la distancia de Jaccard entre dos caracteres, este análisis muestra la proximidad entre ecotipos y las variables evaluadas.

Así, el diagrama de la Figura 4, muestra que la clasificación de los ecotipos de maní, en tres grupos: *Colorado Bartolo* y *Overo Atirimbia*; *Overo Guarayo*, *Colorado El Villar*, *Tubito Bayo*; y un grupo formado por dos ecotipos como *Blanco Paradito* y *Coloradito*. El rango de la variabilidad el primer y segundo grupo incluyeron 37.5% cada uno y el tercer grupo reunió el 25% del total.

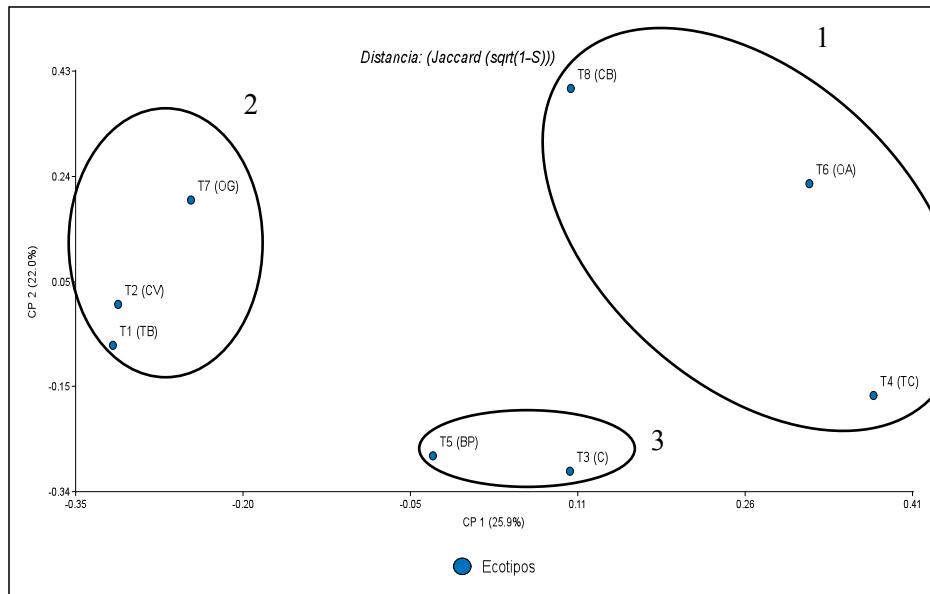


Figura 4. Diagrama de dispersión ocho ecotipos locales de maní que se usa en el experimento de 15 caracteres cualitativos agromorfológicos, los círculos corresponden a los grupos de ecotipos identificados, sobre la base de un índice de Jaccard matriz de similitud.

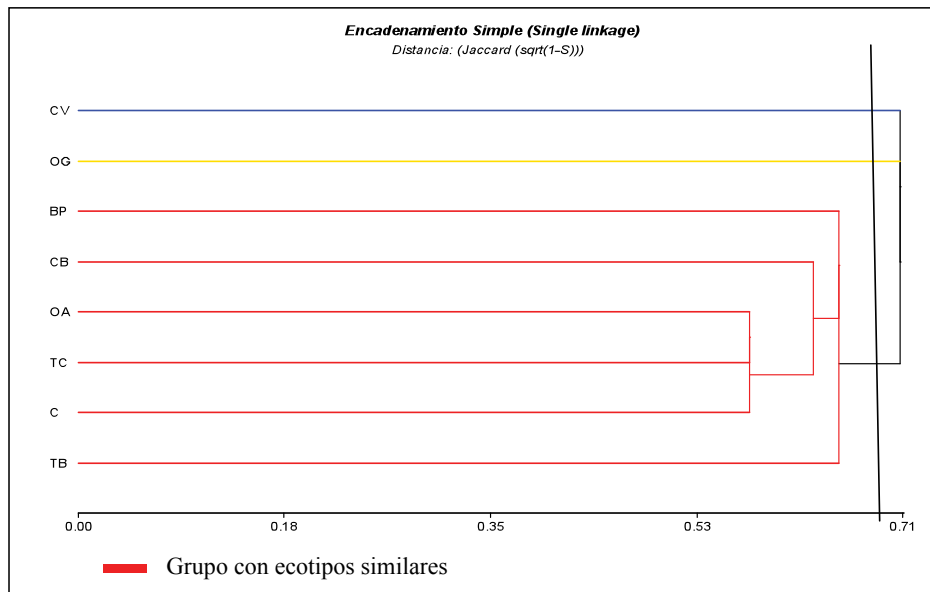


Figura 5. Dendrograma de ocho ecotipos locales de maní del sur de Bolivia, en función a 13 caracteres agromorfológicos, basado en el coeficiente de similitud de Jaccard.

El análisis de agrupamiento basado en el análisis de conglomerados (Fig. 5) que toma los caracteres cuantitativos, separa un solo grupo grande e indica que los ecotipos podrían agruparse entre *Tubito Bayo*, *Coloradito*, *Tubito colorado*, *Overo Atirimbia*, *Colorado Bartolo* y *Blanco paradito*. Estos ecotipos poseen morfología similar en cuanto a la mayor altura de las plantas y desarrollo foliar, tamaño y peso de los frutos. Además estas características pueden relacionarse con los agro ecosistemas de donde

proceden, por ejemplo, estos seis ecotipos cinco proceden del Municipio de Monteagudo (2 Pedernal; 2 Huacareta, 1 Bartolo) y Blanco paradito, el único de otro de departamento (Beni), que sin embargo su relación en este grupo puede deberse al carácter agronómico de menor días para su de emergencia, entre los caracteres más sobresalientes.

Siendo que *Colorado el Villar* y *Overo Guarayo*, que no están en el grupo diferenciado son procedentes del

Villar, Municipio de Huacareta, que también pueden estar relacionados por los días de emergencia ya que justamente estas dos ecotipos fueron los más tardíos, además estos dos presentaron mayor peso de sus semillas. Para este estudio el color de la testa de los granos de maní no fue determinante en la separación o agrupación de los ecotipos, que es un carácter marcado como se puede apreciar en el Anexo 1.

Discusión

Existe variación morfológica entre los ecotipos de maní evaluados que además fueron corroborados mediante un análisis de varianza para cada variable cuantitativa. Las características morfológicas mostraron variaciones significativas entre ecotipos e indican las diferencias para todos los caracteres estudiados. Estas diferencias agromorfológicas indican que esta base del germoplasma de maní, es una buena fuente para su uso en programas de mejoramiento para desarrollar mejores variedades locales que se adapte a las condiciones ambientales locales del departamento de Chuquisaca.

Las diferencias de los ecotipos de maní depende de las características morfológicas (p.e. tamaño de los foliolos, y altura de las plantas) y periodos de emergencia y maduración de los frutos (Chiyembekeza et al. 2003). Sin embargo la información proporcionada por los productores, reveló diferencias contrastantes por los tipos de frutos de acuerdo al color y tamaño de los frutos y semillas. En la región hay una marcada preferencia por los frutos de mayor tamaño, estas diferencias encontradas en los ecotipos silvestres y cultivados en el sur de Bolivia probablemente sean un reflejo del uso de diferentes criterios para la selección de frutos durante el proceso de domesticación de *A. hypogaea* (Gabriele et al. 2013), particularmente en la primeras etapas de este proceso de selección (Simpson 2003). No obstante que los frutos de *Blanco paradito* y *Tubito bayo* son relativamente pequeños, su sabor y color, revelan que es un fruto con calidad aceptable en comparación con frutos producidos por otras variedades de maní más importantes en el mundo.

El peso de los frutos registrados en *Overo Atirimbia*, *Colorado el Villar*, *Colorado Bartolo* y *Overo Guarayo* es similar y en algunos ecotipos superior al reportado en para Bolivia en variedades y parientes silvestres cultivadas en las Américas

(Martínez 2007, Ramos 2009). Bertoli (2006) refiere que el cultivo de *A. hypogaea* partir de parientes silvestres ha llevado a incrementar ciertos atributos de los frutos, sin embargo, en otras especies de maní que se han sometido a domesticación, han presentado incremento en el peso del fruto durante su domesticación (Boote 1982, Halwart et al. 1991).

Conclusiones

El análisis estadístico multivariado realizado fue útil para identificar la variabilidad entre los caracteres agromorfológicos evaluados y permitieron discriminar las características de los ecotipos además de distinguir las variables cuantitativas y cualitativas más divergentes de los ecotipos. Las características cuantitativas, caracterizados por la altura de las plantas, y desarrollo foliar medido en funcional tamaño de los foliolos, además del tamaño de las semillas y número de estas en las vainas contribuyeron en mayor medida a la explicación de la diversidad de los ecotipos evaluados. Las variables cualitativas que fundamentaron la diversidad de los ecotipos fueron el tipo de crecimiento, características de la superficie de los tallos y hojas de todos los ecotipos, y las características del color de las flores.

En la investigación destacan a los ecotipos *Tubito Bayo* y *Tubito Colorado* que sobresalieron por sus diferencias significativas en los caracteres agromorfológicos. Asimismo, los ecotipos *Tubito Bayo*, *Blanco Paradito*, *Tubito Colorado* y *Coloradito* fueron importantes por su mayor promedio de las variables altura de las plantas, longitud y ancho de foliolo; y días para la emergencia y maduración del fruto.

Se identificaron ecotipos con características agronómicas sobresalientes; El ecotipo *Tubito Bayo* fue la más precoz y el que obtuvo mayor número de vainas por planta, los ecotipos *Overo Atirimbia* y *Colorado el Villar* presentaron mayor peso de semilla por fruto lo que les convierte en cultivos promisorios de maní.

Referencias

- Bertoli D. J., G. Seijo, F.O. Freitas F. O. 2011. An overview of peanut and its wild relatives. *Plant Genet. Resour.* 9 134–149

- Bioversity international. 2011. Libro rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Viceministerio de Medio Ambiente Biodiversidad y Cambios Climáticos.
- Blanco, E. 2013. Guía descriptiva de variedades de maníes de Bolivia. Fundación Valles.
- Boote, K.J..1982. Growth Stages of Peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Science: January 1982, Vol. 9, No. 1, pp. 35-40.
- Chiyembekeza A. J., P. Subrahmanyam , P.J.A. vander Merwe . 2001. Rural Prosperity is Nation's Economic Stability: A Partnership Approach to Attain Sustainable Production of Groundnut and Pigeonpea in Smallholder Agriculture for Quality Diet, Household Food Security, and Poverty Alleviation in Malawi. Quarterly Report (January to March 2001). Lilongwe: USAID, ICRISAT in partnership with The Ministry of Agriculture and Irrigation, Malawi.
- Dillon, W. & M. Goldstein. 1984. Multivariate analysis. Methods and applications. John Wiley, Hoboken, New Jersey. 587 p.
- FAO. 2013. Available at: <http://faostat.fao.org/> . Accedido en octubre 15, 2014.
- Halward, T.M., H.T. Stalket, E.A. Larue, G. Kochert. 1991. Genetic variation detectable with molecular markers among unadapted germplasm resources of cultivated peanut and related wild species. Genome. 44 :1013-1020.
- ICRISAT. 1981. *ICRISAT Annual Report 1981*. Patancheru: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- IBPGR/ ICRASAT.1992. Descriptores para maní (*Arachis hypogaea*) Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos Roma.
- IPGRI. 2001. Targeting PGR activities with GIS. International Plant Genetic Resources Institute. Thematic Report 2000-2001.
- Krapovickas, A., & W.C.Gregory.1994. Taxonomía del género *Arachis* (Leguminosae). Bonplandia 8:1-186.
- Krapovickas, A., R. O. Vanni, J. R. Pietrarelli, D. E. Williams & C. E. Simpson. 2009. Las razas de maní de Bolivia. Bonplandia 18(2): 95-189. ISSN: 0524-0476
- Krapovickas A, R.O. Vanni. 2010. The peanut from Llullaillaco. Bonplandia 18:51-55.
- Grabiele, M., L. Chalup, G. Robledo, G. Seijo. 2013. Genetic and geographic origin of domesticated peanut as evidenced by 5S rDNA and chloroplast DNA sequences. Plant Systematics and Evolution. June 2012, Volume 298, Issue 6, pp 1151-1165
- Martínez, C.R. 2007. Caracterización de la variabilidad agromorfológica de cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.), en la región oriental de Guatemala documento de graduación (ingeniero agrónomo) universidad de San Carlos de Guatemala.
- PDM. 2011. Plan de Desarrollo Municipal. Municipio Monteagudo, Chuquisaca Bolivia.
- PROPINPA. 2014. Informe técnicos. Documento PowerPoint en Congreso Nacional de Agrobiodiversidad, Santa Cruz, Bolivia.
- Ramos, L. 2009. Estudio poblacional de especies silvestres del género *Arachis* (maní) en Bolivia, trabajo de titulación (licenciatura en biología.) Cochabamba – Bolivia Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencias y Tecnología. Carrera de biología.
- Rohlf, F. J. 1997. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.0 Manual Applied Biostatistics Inc. New York.
- SENACYT. 2011. Memoria institucional. Fundación para el desarrollo tecnológico agropecuario de los Valles. Cochabamba Bolivia. 52 p.
- SERNAP. 2011. Plan de Manejo del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao. Servicio nacional de Áreas Protegidas, Bolivia.
- Simpson C. E., Starr J. L., Church G. T., Burrow M. D., Paterson A. H. 2003. Registration of NemaTAM Peanut. *Crop Sci.* 43 1561
- UICN. 2010. Preservando la semilla – Parientes silvestres de cultivos en las áreas protegidas. http://www.iucn.org/es/sobre/trabajo/programas/areas_protegidas. Accedido octubre 2014.
- Upadhyaya H. D., R. Ortiz , P.J. Bramel, S. Singh. 2003. Development of a groundnut core collection using taxonomical, geographical and morphological descriptors. *Genet. Resour. Crop Evol.* 50 139-148.
- Wang, X., S. Lui, H. Xia, S. Wan, C.Z.Zhao, A.Q.Li.2011. Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Omics and Biotechnology in China.Plant Omic Journal. POJ 4(6):339-349.

Anexo

Ecotipos de maní (*Arachis hypogaea*): Blanco paradito (a), Coloradito (b), Colorado Bartolo (c) , Colorado del Villar (d), Overo Atirimbia (e), Overo Guarayo (f), Tubito Bayo (g), Tubito Colorado (h)



a) *Blanco Paradito*



b) *Coloradito*



c) *Colorado de Bartolo*



d) *Colorado del Villar*



e) *Overo Atirimbia*



f) *Overo Guarayo*



g) *Tubito Bayo*



h) *Tubito Colorado*