

# Agraria

**Revista  
Científica de la  
Facultad de Ciencias  
Agrarias**



Universidad Nacional de Jujuy  
Vol. 5 N°12 - Año 2010-2011

**Autoridades**  
**Universidad Nacional de Jujuy**

Rector: **Dr. Enrique Mateo Arnau**  
Vicerrector: **Lic. Mercedes Garay de Fumagalli**

Secretaría de Extensión Universitaria:  
**C.P.N. Lilian Abraham de Méndez**

**Facultad de Ciencias Agrarias:**

Decano: **Mg. Ing. Agr. Mario Cesar BONILLO**  
Vicedecano: **Ing. Agr. Jorge Horacio SCHIMPF**  
Sec. de Académica: **Ing. Agr. Esp. Raquel Angela Romeo**  
Sec. de Administración: **Ing. Agr. Rodolfo Aguado**  
Sec. de Extensión y Difusión: **Ing. Agr. M.Sc. Margarita Cruz**  
Sec. de Ciencia y Técnica: **Ms. Sc. Nelly Vargas Rodríguez**

**Comité Editor:**

Dra. Susana Muruaga de L'Argentier  
Lic. Alicia Rotman  
Ing. Zoot. Marcelo Sánchez Mera  
Ing. Agr. MSc. Claudia Gallardo  
Ing. Agr. MSc. Noemí Bejarano

**Edición y Diseño:**  
Lic. Edgardo Gutiérrez



**Agraria** es producida por la  
Facultad de Ciencias Agrarias de la  
Universidad Nacional de Jujuy  
Alberdi 47 - (4600) - San Salvador de Jujuy

El presente volumen fue financiado por la Facultad  
de Ciencias Agrarias

**III FORO LATINOAMERICANO DE  
MONTAÑAS**

**Comisión Organizadora**

**Presidente:** Ing. Agr. Carlos G. Torres  
**Vice-presidente:** Ing. Agr. Luis G. Buitrago  
**Tesorero:** Ings. Agrs. Silvia del V. Abarza y  
Mónica B. Valdiviezo Corte  
**Vocal 1°:** Ing. Agr. Dante R. Aramayo  
**Logística:** Ings. Agrs. Gustavo F. Guzmán y  
Cristian A. Humano e Ing. Agr. María R. Portal  
**Actividades sociales y culturales:** Ing. Agr.  
María R. Portal  
**Prensa y Difusión:** Ings. Agrs. Hugo D. Flores,  
Alba N. Kosir de Clapier y Claudia Paredes,  
Alumna Verónica V. Sato.  
**Compilador:** Ing. Agr. Silvia del V. Abarza

Tilcara (Jujuy) 11-14 de setiembre 2007.

*Queda hecho el depósito  
que marca la ley*  
ISSN 0328-8080  
Año 2011

**Suscripciones y Canjes:**

Asociación Cooperadora de la  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Jujuy  
Alberdi 47  
(4600) - San Salvador de Jujuy  
e-mail: decano@fca.unju.edu.ar  
República Argentina

## RESERVAS HÍDRICAS DE CUENCAS ALTAS EN LA PENDIENTE ARIDA DE LA SIERRA DE ACONQUIJA

### HIDRIC RESERVES OF HIGHT UPPER BASINS IN THE ARID SLOPE OF ACONQUIJA RANGE

Ahumada<sup>1,2</sup>, A. L., S. V. Páez<sup>1</sup>, y G. Ibáñez Palacios<sup>1</sup>.

#### RESUMEN

En la ladera Occidental de la Sierra de Aconquija domina un clima árido a semi-árido de montaña con fenómenos de congelamiento, entre los 3000 y más de 5000 msm Se identificaron geoformas criogénicas mayores, los glaciares de escombros y complejos morénicos, reservorios de núcleos congelados de agua dulce. Se encuentran turberas que son importantes por sus características hídricas y distribución areal. Estas geoformas regulan el régimen hídrico en la región. Se tomó como referencia la cuenca del río Chiflón.

Los objetivos de esta presentación son definir las condiciones ambientales y las características actuales de las geoformas criosféricas, su distribución areal, latitudinal y su ubicación en los pisos geoecológicos de altura realizando un aporte al conocimiento de las reservas hídricas hasta ahora no cuantificadas en la región de trabajo.

La degradación de las geoformas-reservorio se incrementa por efecto del Cambio Climático Global y el mal manejo. Se sugiere establecer parámetros de conservación y concientización en la región.

**Palabras clave:** ambiente criogénico, reservorios hídricos, pisos altitudinales, cambio climático global

#### SUMMARY

In the west slope of Aconquija Range, prevail the mountain arid-semiarid climate. Between 3000 m AS and more than 5000 m AS occur freezing phenomena. Were identified cryogenic forms( rock glaciers and morenic complex) and peats. These geoforms regulate the hydric regime in the region. We study the Río Chiflon basin. The objective is define the environmental conditions, the actual characteristics of the cryogenic geoforms and the high geoecological belts.

The degradation of the reservoir-geoforms increase by Climate Change and improper management. The recommendation is to establish parameters of conservation and the consciousness to people.

**Key words:** criogenic environment, hydric reservoir, altitudinal belts, Climate Change.

<sup>1</sup> Instituto de Geología de Cuaternario y Paleoclimas- Fundación Miguel Lillo, <sup>2</sup> CONICET. Miguel Lillo 251- C/P 4000-San Miguel de Tucumán-Argentina. Teléfono: 0381- 4239723 interno 105 ana-ahumada@argentina.com

## INTRODUCCION

En la ladera Occidental de la Sierra de Aconquija prevalecen condiciones de clima árido a semi-árido de montaña con fenómenos de congelamiento en la región de media a alta montaña, entre los 3000 y más de 5000 msm. Se han identificado suites de geoformas criogénicas mayores, producto de criofragmentación y reptación: los glaciares de escombros, en sus diferentes formas y complejos. Los mismos son de fundamental importancia para la preservación de núcleos congelados de agua dulce en las cabeceras de cuencas de altura.

En el mismo piso altoandino, son identificados complejos morénicos que también constituyen reservorios hídricos congelados en condiciones de clima marcadamente periglacial de altura.

En esta región altitudinal se manifiesta también la presencia de turberas, importantes por sus características hídricas y distribución areal. Sus cambios superficiales y condiciones ambientales, en función de la topografía y la variabilidad climática en altura, son tratados en el marco de esta contribución.

Estas geoformas son las concentradoras de agua dulce y las reguladoras del régimen hídrico de los pocos ríos de montaña en la región.

Se ha seleccionado como referencia la cuenca del río Chiflón, de escurrimiento SE-NW, cuyos tributarios son de régimen estacional y se alimentan principalmente de agua proveniente de estas geoformas de altura. Su cauce principal discurre desde la divisoria de aguas, límite entre Tucumán y Catamarca, hasta el Campo del Arenal, y cubre un área de 26,33 km<sup>2</sup>. La altura máxima en la zona es la cima del C<sup>o</sup> de La Bolsa, de 5300 msm.

Este trabajo tiene el propósito de definir las condiciones ambientales y las características actuales de las geoformas criosféricas, su distribución areal, latitudinal y su ubicación en los pisos geoecológicos de altura realizando un aporte al conocimiento de las reservas hídricas hasta ahora no cuantificadas en la región de trabajo.

## MATERIALES y MÉTODOS

Para la ejecución de este trabajo se llevó a cabo la interpretación de fotografías aéreas a escala 1:50.000 y de imágenes satelitales para la confección del mapa, en el que fueron representadas las geoformas criogénicas como también los niveles altitudinales. El análisis fue corroborado y complementado con métodos de observación de campo pre-establecidos por las normas de la Internacional Permafrost Association (IPA) (Harris y otros, 2001).

## RESULTADOS

### Los pisos geoecológicos altitudinales

Los procesos periglaciales generados por efecto del congelamiento estacional, generan una asociación de geoformas: soliflucción en guirnaldas o terracitas, suelos rastrillados, vegetación en círculos, etc. La variación topográfica de condiciones climáticas permite diferenciar dos pisos geoecológicos altitudinales de acción periglacial:

A) Piso Paraperiglacial o Parageocriogénico (Corte, A., 1983): se encuentra entre 3000 y 4200 msm en el área de influencia de procesos periglaciales estacionales, con temperaturas superiores a -1°C. Este nivel altitudinal se ubica por debajo del límite inferior del permafrost. Se caracteriza por el congelamiento y descongelamiento estacional sistemático en superficie y el congelamiento y descongelamiento esporádico en profundidad.

Los procesos periglaciales, generados por efecto del congelamiento estacional, que se manifiestan por el crecimiento de agujas de hielo, heladas superficiales y movimientos de suelos en pendiente generan una asociación de geoformas características: soliflucción en guirnaldas y suelos rastrillados. Aquí se encuentra el nivel morénico más antiguo. Las pendientes en esta zona están suavizadas por acción de los procesos periglaciales de tipo superficial.

La soliflucción (Andersson, J., 1906) es el lento movimiento de reptación de suelo saturado pendiente abajo (a partir de 1°C-2°C) por congelamiento y descongelamiento en las regiones criogénicas. Las terracitas son formas escalonadas de soliflucción pero más pequeñas, y las guirnaldas son formas de reptación tipo terracitas, cuyos frentes están contenidos o demarcados por vegetación (Trombotto y Ahumada, 2005). Ambas formas no necesitan permafrost.

También existen vegas que constituyen un recurso hídrico y vegetal muy estimado para la población.

B) Piso Periglacial o Geocriogénico (Corte, A., 1983): entre 4.200 msm hasta más de 5300 msm con temperaturas inferiores a -1°C. Se encuentra por encima del límite inferior del permafrost determinado por el nivel inferior de los glaciares de escombros activos (Haerberli, W., 1985). Se caracteriza por la presencia de permafrost discontinuo y por intensos procesos de criofragmentación y crioflucción de las laderas.

En este piso hay un predominio de pendientes lisas, muy abruptas, sin vegetación y con una marcada crioclastésis. En esta zona el efecto del congelamiento se intensifica. Esto permite que se produzcan procesos de congelamiento permanente que generan las siguientes asociaciones geomorfológicas: glaciares de escombros activos, geliflucción en bloques, geliflucción en lenguas de bloques vegetados o no, talus, suelos

estructurados seleccionados activos, suelos estructurados no seleccionados con vegetación, canaletas de avalancha y glaciares de escombros de talud activos.

Los suelos estructurados son formas superficiales muy particulares originadas por una combinación de procesos en donde intervienen el levantamiento por hielo acicular, selección vertical, reptación del suelo, deshidratación y contracción térmica, por la acción de los ciclos de congelamiento y descongelamiento sucesivos. La criofragmentación o crioclastismo es un fenómeno propio de las regiones frías, su producto es el criosedimento o crioregolito. Consiste en la destrucción de rocas grandes por efecto de congelamiento de agua en sus fracturas internas, que las debilita y se rompen en trozos más pequeños. Es importante la presencia de agua, que ejerce una gran presión sobre la superficie de las fracturas y fisuras de la roca (Ahumada, A., 1986). Pero no constituyen por sus dimensiones y formación geoformas reservorio de agua dulce.

El permafrost es suelo permanentemente congelado que infrayace a la capa activa (suelo que experimenta ciclos de congelamiento y descongelamiento diario o estacional) y contiene en su interior agua en forma de hielo intersticial o lenticular. Los glaciares de escombros representan en regiones montañosas al permafrost discontinuo o insular (Ahumada y otros, 2003, 2005). Los glaciares de escombros se desarrollan a partir del aporte de las canaletas de avalancha. En las cumbres, la roca criofragmentada desarrolla canales, por los cuales se deslizan o caen gravitacionalmente los gelifractos (material rocoso producto de la criofragmentación). Estos canales son muy abruptos (superan el ángulo de estabilidad de los taludes). En su base se observa un quiebre de pendiente originado por la formación de taludes. Estas formas son las iniciadoras, mediante criofragmentación, de la suavización de las pendientes en ambientes geocriogénicos activos y el inicio de los procesos de acumulación formadores de glaciares de escombros (Ahumada, A., 1986).

En este piso altitudinal se localizan depósitos de morena. Las morenas son acumulaciones de till, sedimentos detríticos depositados por el hielo glacial, no seleccionados, heterogéneos, heterométricos, poligénicos, con clastos angulosos que suelen presentar marcas producidas durante el transporte). Forman montículos, colinas o alineaciones que culminan en una cresta aguda (Embleton y King, 1975). En condiciones de clima periglacial de altura preservan núcleos de hielo constituyendo también reservorios hídricos congelados. Todas estas geoformas conviven con grandes turberas alimentadas por el descongelamiento estacional proveniente de los depósitos de ladera y ca-

racterizadas por un complejo sistema hídrico.

Estas geoformas, contenedoras de núcleos de hielo, regulan los ciclos hídricos de estas cuencas en función de la estacionalidad.

### Descripción de geoformas

Los glaciares de escombros son mesoformas sedimentarias constituidas por rocas y detritos congelados, con hielo intersticial y lenticular, que se mueven lentamente (1-150 cm/año) pendiente abajo por deformación plástica y reptación del permafrost (Barsch, D., 1969, 1977; Corte, A., 1976; Haeberli, W., 1985).

En la cuenca del río Chiflón fueron identificados seis glaciares de escombros primarios, siguiendo la clasificación genética de Corte, A. (1976). Los glaciares de escombros primarios son los originados a partir de la presencia de hielo en los depósitos de talud. Los talus o conos de talud son acumulaciones de rocas angulosas y crioregolito de diferentes tamaños en las laderas y al pie de las montañas en ambientes criogénicos, originadas por la dinámica del congelamiento sobre las rocas y el aporte de avalanchas nivodetríticas.

Glaciares de escombros secundarios son aquellos que se originan a partir de depósitos glaciogénicos (Corte, A., 1976). En esta cuenca no existe el tipo secundario de glaciares de escombros (Figura 1).

Los glaciares de escombros primarios debido a las características de su configuración superficial, con manifestación de líneas de flujo (crestas y lomadas superficiales) y con frentes con inclinación superior a 35° se encuentran activos (Barsch, D., 1987). La clasificación morfológica de Barsch, D. (1987), nos permite diferenciar glaciares de escombros de talud en forma de lengua (Figura 3); y también protalus (glaciares de escombros primarios embrionarios) en la región más apical de la cuenca, alimentados por canaletas de avalancha.

A niveles topográficos más bajos se destacan extensas superficies ocupadas por los complejos morénicos (Figura 3), depósitos de un evento glacial previo. Estas geoformas o acumulaciones sedimentarias, por su posición topográfica y climática, experimentan la acción de fenómenos periglaciales superficiales como soliflucción y suelos en línea, los que revelan procesos de congelamiento actuando en su espesor.

Las vegas o turberas se encuentran en el fondo de circos glaciarios abandonados y en recodos apropiados del cauce y crecen a expensas del descongelamiento de talus y protalus, con características hidrológicas complejas y rica biodiversidad, con manifestaciones geomorfológicas en superficie de la presencia de congelamiento.

### Distribución areal y altitudinal de geoformas

- La cuenca árida del río Chiflón cubre un área de 26,337 km<sup>2</sup> y en sus cabeceras se han detectado las siguientes geoformas que en condiciones de permafrost discontinuo actúan como reservorio de agua dulce:

- En la Cuenca alta del río Chiflón seis glaciares de escombros (de talud y protalus) cubren 0,202 km<sup>2</sup> (0,76 % de la superficie de la cuenca).

- Los complejos morénicos ocupan 0,843 km<sup>2</sup> (3,20 % de la superficie de la cuenca)

- Las vegas o humedales existentes en los dos pisos geocriológicos de la cuenca del río Chiflón abarcan un área total de 0,192 km<sup>2</sup> (0,73 % de la superficie de la cuenca) y presentan actualmente características climato-ambientales diferentes. Las turberas del Piso Geocriogénico se encuentran en proceso de expansión. Las del Piso Parageocriogénico manifiestan un avanzado proceso de desecación.

La presencia de glaciares de escombros activos se observa a partir de los 4200 msm. Las morenas se ubican altitudinalmente en esta cuenca entre los 4000 a 3000 msm. Las turberas se encuentran desde los 4.600 msm hasta los 2800 msm.

### Los humedales -implicancias antropicas

Las vegas o humedales existentes en los dos pisos geocriológicos de la cuenca del río Chiflón abarcan un área total de 0,192 km<sup>2</sup> (0,73 % de la superficie de la cuenca) y presentan actualmente características climato-ambientales diferentes. No existen datos de temperatura y precipitación locales. La topografía y la variabilidad climática de altura intervienen en cambios de sus superficies y en las condiciones ambientales de formación y preservación. Estas vegas contienen un recurso vegetal muy estimado por los pobladores de la zona ya que son utilizadas para pastoreo y abrevadero de los animales.

A distintos niveles altitudinales, los humedales manifiestan un comportamiento diferencial. Mientras las turberas del Piso geocriogénico o periglacial se encuentran en expansión a expensas del descongelamiento de geoformas de congelamiento permanente (talus, nichos de nivación, glaciares de escombros, etc), las turberas que caracterizan el piso paraperiglacial se han secado en los últimos años, para preocupación de los pobladores que se quedan sin pasturas en la media montaña (2000-3000 msm).

La modificación en el régimen hídrico de los humedales puede ser adjudicada a las alteraciones de la temperatura que si bien no pueden constatarse en un registro continuo de la temperatura local, si son obser-

vadas a nivel regional (Díaz H. F. y R. S. Bradley, 1997) y global y en la región el efecto se ve incrementado por el uso antrópico. Los pobladores de la zona realizan una explotación intensiva de estos recursos superficiales como abrevadero y pastura del ganado, incrementando las áreas sujetas a evapotranspiración, y generando la pérdida de especies y el deterioro general de los humedales.

El aumento areal de las vegas de altura (por arriba de los 4200 msm) es un proceso lento que preanuncia posibles descongelamientos abruptos de geoformas criogénicas de altura del piso periglacial que provocarán deslizamientos de detritos y sedimentos de ladera, mecanismos propios del deterioro del ambiente periglacial de altura, hoy en estado resiliente, y la pérdida definitiva de reservorios de agua dulce en un tiempo histórico breve.

### DISCUSION

Se realiza un aporte al reconocimiento de la presencia de un grupo de geoformas hasta ahora no considerados en los programas de protección de los recursos hídricos, que constituyen reservorios de agua dulce, y que contribuyen al equilibrio del sistema de ríos que nacen en alta montaña, altamente vulnerables al cambio climático global dado que la variable que condiciona su estabilidad es la temperatura.

La degradación progresiva de las geoformas-reservorio estudiadas presenta un incremento según el nivel altitudinal que ocupen. Este incremento se adjudica al progresivo aumento de temperatura observado en el marco del Calentamiento Global, aunque en algunos niveles el mal manejo de los recursos llevado a cabo por los pobladores (sobrepastoreo que origina aumento de erosión) ha acentuado este proceso. El aumento altitudinal de las temperaturas se acentúa en esta ladera árida de la sierra en la que las geoformas periglaciales demuestran su sensibilidad con las modificaciones descritas. Se evidencia a la vez una reducción del espesor de los pisos geocriológicos altitudinales de acción periglacial en esta ladera occidental de la Sierra de Aconquija comparada con la ladera Oriental, (Ahumada y otros, 2006) lo que está relacionado con el mayor ingreso de humedad en la cara Este por efecto de sombra de lluvia ("rain shadow effect").

### CONCLUSIONES

Debido al carácter intensivo en las actuales condiciones de uso antrópico de la región, considerando que no existen otras fuentes hídricas, se sugiere:

- elevar la valoración del uso de estos re-

cursos proveedores de agua dulce en los ambientes altoandinos de regiones biogeográficas de Puna o Prepuna.

- establecer parámetros de conservación, monitoreo y racionalización de los recursos hídricos cuyo origen son las geoformas criogénicas.

- establecer medidas de prevención ante posibles descongelamientos abruptos de geoformas criogénicas de altura que provocarán deslizamientos de detritos y sedimentos de ladera, con consecuencias negativas en los pobladores y la actividad productiva.

Recomendación: Concientizar al pequeño productor acerca de los cambios en las condiciones del clima que acontecerán en tiempo breve e incidirán en la estabilidad de las geoformas de altura.

### Agradecimientos

Este trabajo se realizó con el apoyo logístico de la Fundación Miguel Lillo y el Proyecto N° 6343 de CONICET. Agradecemos a los árbitros del trabajo, por la minuciosa y crítica lectura del manuscrito y los valiosos comentarios que permitieron mejorarlo. Agradecemos la valiosa colaboración de campo de nuestros baquianos Horacio Escudero y Alfredo Escudero.

### BIBLIOGRAFÍA

Ahumada, A. L., 1986. Procesos Criogénicos y Mineralógicos. Universidad Nacional de Tucumán. Tesis Doctoral. Inédito, 208 pp.

Ahumada, A. L., G. P. Ibañez Palacios, y S. V. Páez, 2003. "High mountain permafrost in the Argentine sub-tropic". 8th International Conference on Permafrost, Zurich, Switzerland. Abstracts. Impresión en CD ROM

Ahumada, A. L.; G. P. Ibañez Palacios, y S. V. Páez. 2005, a. High Mountain permafrost in the Argentine subtropic. 19th Colloquium on Latin American Geosciences. Potsdam. Terra Nostra, Berlin. 05/1: 9.

Ahumada, A. L.; G. P. Ibañez Palacios, y S. V. Páez. 2005, b. Los glaciares de escombros en el Noroeste Argentino, acuíferos de altura en riesgo ante los cambios globales. XX Congreso Nacional del Agua, CONAGUA-2005, III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur, Mendoza. Argentina. Impresión en CD ROM.

Ahumada, A. L.; S. V. Páez, y G. P. Ibañez Palacios, 2006. Rock Glaciers in the Andean Criolithozone at the 27°S. Symposium on Climate Change: Organizing the Science for the American Cor-

dillera (CONCORD). Mendoza:51-52.

Andersson, J., 1906. Solifluction a component of subaerial denudation. *Journal of Geology*, 14:91-112.

Barsch, D., 1969. "Studien und Messungen an Blockgletschern in Macun, Unterengadin". *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 8*:11-30.

Barsch, D., 1977. Nature and importance of mass wasting by rock glaciers in alpine permafrost environments. *Earth Surface Processes 2*: 231-245.

Barsch, D., 1987. Rock glaciers: an approach to their systematics. En: *Rock Glaciers*. Giardino, J., Shroder, J. Jr. and Vitek, J. (Ed.). Allen and Unwin, Winchester, Mass., USA:41-43.

Corte, A., 1976. Rock Glaciers. *Biuletyn Peryglacjalny 26*:175-197.

Corte, A., 1983. Los conceptos: geocriogénico-parageocriogénico y glacial-paraglacial en los Andes Centrales de Argentina, latitud 30°. *Anales 83. IANIGLA*:43-63.

Díaz, H.F. and R.S. Bradley. 1997 Temperature variations during the last century at high elevation sites. *Clim. Change 36*, 253-280.

Embleton, C. y C. King, 1975. *Glacial Geomorphology*. Edward Arnolds Publishers, 498 pp.

Haeberli, W. 1985. Creep of mountain permafrost: internal structure and flow of alpine rock glaciers. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH, Zürich*. Nr. 77: 142 pp.

Harris, C., M.C.R. Davies, y B. Ezeltmüller, 2001. The Assessment of potential geotechnical hazards associated with mountain permafrost in a warming Global Climate. *Permafrost and Periglacial Processes Volume 12, Issue N°1*:145-156.

Trombotto, D. y A.L. Ahumada, 2005. Los Fenómenos Periglaciales. Identificación, Determinación y Aplicación. *Opera Lilloana N° 45*. Fundación Miguel Lillo. Tucumán:131.

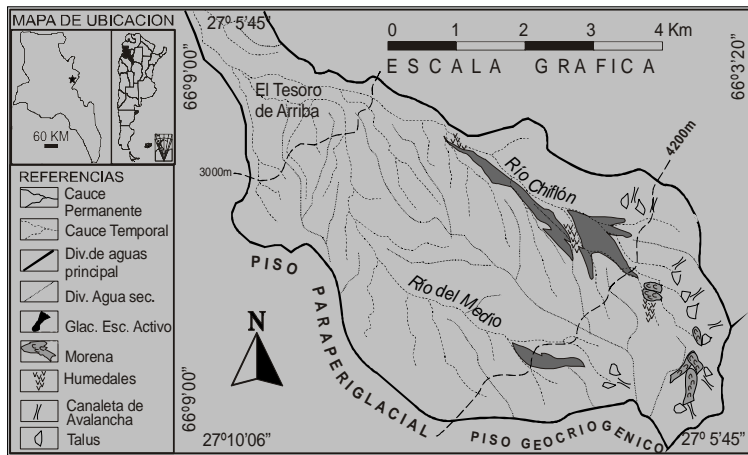


Figura 1- Mapa de localización y geformas de la cuenca del río Chiflón

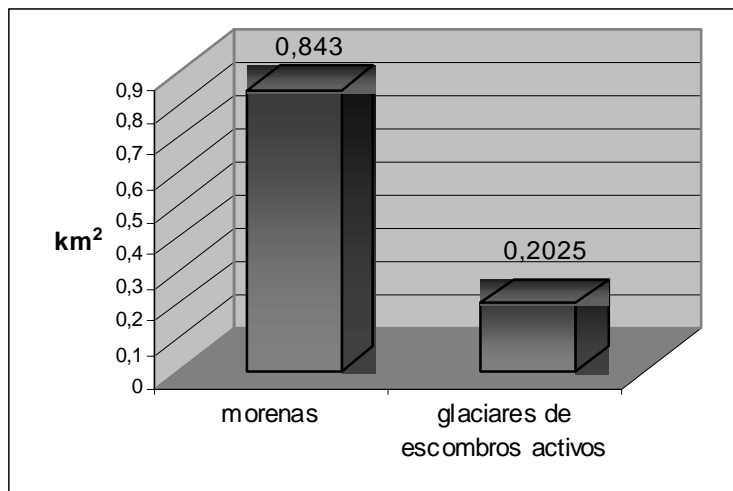


Figura 2- Áreas cubiertas por geformas criogénicas de altura



Figura 3- Los glaciares de escombros se observan a la izquierda de la foto y las morenas ocupan el sector central



## POTENCIALIDAD TURÍSTICA DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN PARQUE NACIONAL CAMPO DE LOS ALISOS, TUCUMÁN, ARGENTINA.

### TOURISTIC POTENTIALITY OF THE GEOLOGICAL HERITAGE IN THE CAMPO DE LOS ALISOS NATIONAL PARK, TUCUMAN, ARGENTINA

Ahumada, A. L.<sup>1,2</sup>, G. P. Ibáñez Palacios, <sup>1</sup> y S. V. Páez, <sup>1</sup>

#### RESUMEN

El registro preservado en los materiales geológicos y en el paisaje actual es único y extremadamente frágil. Su explotación y los Cambios Climáticos ocurridos a escala global han tenido en muchos casos un efecto negativo sobre su conservación. Un registro geológico perdido nunca más puede ser recuperado, de aquí la necesidad urgente de conocerlo y protegerlo.

En las altas cumbres de la Sierra de Aconquija, el Parque Nacional Campo de Los Alisos posee una gran geodiversidad, que repercute en un rico y variado Patrimonio Geológico con múltiples recursos turísticos y paisajísticos aún no aprovechados de manera sustentable.

En este trabajo se presenta un inventario preliminar de los Puntos de Interés Geológico (P.I.G.) relacionados con las criogeofomas cuaternarias en la región de las ruinas de La Ciudadita (importante exponente del patrimonio arqueológico y cultural del Parque), con el objeto de conjugar con la divulgación del Patrimonio Geológico la valoración y cuidado del medio natural y la preservación de los P.I.G.

**Palabras clave:** Patrimonio Geológico; Puntos de Interés Geológico; Parque Nacional Campo de los Alisos.

#### SUMMARY

The record preserved in geological material and in the current landscape is unique and most of it is extremely fragile. Its exploitation and the important climatic variations occurred at a global scale in many cases have a negative effect on its good conservation. A record which is lost can never be recovered, given that is non-renewable and irretrievable. Hence the urgency of the need to understand and protect it.

The Campo de los Alisos National Park, Sierra de Aconquija, Tucumán, has a varied geological heritage, offering numerous tourist attractions, natural resources and landscapes not yet used in a sustainable way.

We present a preliminary inventory of geological interest sites related to Quaternary cryoforms of the La Ciudadita ruins in order to link this geological heritage with educational aims and economic use. The aim is to increase consciousness about the value of this natural area and the same time the wish to enhance the environmental protection of the geological interest sites.

**Key words:** geological heritage; geological interest; Campo de los Alisos National Park.

<sup>1</sup> Instituto de Geología de Cuaternario y Paleoclimas- Fundación Miguel Lillo.

<sup>2</sup> CONICET Miguel Lillo 251- C/P 4000-San Miguel de Tucumán-Argentina. Teléfono: 0381- 4239723 interno 105 [ana-ahumada@argentina.com](mailto:ana-ahumada@argentina.com)

## INTRODUCCIÓN

En este trabajo se presenta un inventario preliminar de los Puntos de Interés Geológico (P.I.G.) relacionados con las criogeofomas cuaternarias en la región de las ruinas de La Ciudadita (importante exponente del Patrimonio Arqueológico y Cultural del Parque), con el objeto de conjugar con la divulgación del Patrimonio Geológico la valoración y cuidado del medio natural y la preservación de los P.I.G.

El Parque Nacional Campo de los Alisos creado en 1995 para proteger un sector representativo de la selva y el bosque montano y el bioma altoandino, cuenta con un Patrimonio Geológico extraordinariamente valioso y diverso. Se ubica en la ladera oriental de la Sierra de Aconquija, en el departamento de Chicligasta, provincia de Tucumán, República Argentina, entre los ríos Las Pavas al norte y Jaya al sur. Se extiende desde los 874 a los 5.200 msm y ocupa una superficie aproximada de 10.000 hectáreas. Orográficamente el área corresponde al ambiente morfoestructural de las Sierras Pampeanas, con una altura media de 5.000 msm. Los picos más importantes son: Cerro La Bolsa o Tipillas 5.200 msm, Cerro Las Cuevas 5.000 msm y Cerro Negro 4.700 msm.

Las voces a favor de la conservación de la naturaleza no han dejado de cobrar protagonismo desde que, a finales del siglo XIX, la sociedad va adquiriendo progresivamente conciencia de que el modelo de desarrollo seguido provoca grandes alteraciones, en ocasiones irreversibles, sobre cada uno de los elementos que constituyen el sistema natural del planeta; lo que degrada en definitiva, el territorio en el que vivimos y la naturaleza de la que formamos parte.

Como ha señalado Serrano, E. (2004), el medio natural pasa a ser un patrimonio colectivo, que es necesario conservar para transmitir a las generaciones futuras, que forma parte de los recursos del común, pero que posee unos valores éticos, estéticos e históricos que en muchos casos revalorizan la naturaleza y la resitúan en el primer plano de la vida humana: es el patrimonio natural.

Pero el término Patrimonio Natural e incluso conservación ha sido en la mayoría de los casos asociada al patrimonio biológico (flora y fauna). La biodiversidad ha venido siendo considerada como el auténtico icono de la calidad ambiental, mientras que el valor geológico de un determinado espacio ha sido tan sólo reconocido en la mayoría de los casos, gracias a su apreciación estética o paisajística.

Si consideramos que el registro geológico constituye la «memoria de la Tierra» puesto que, almacena una valiosísima información acerca de los climas, los ecosistemas y los paisajes del pasado, y nos ayuda a interpretar y reconocer los procesos geológicos y biológicos que acontecen en la actualidad. No es posible

conocer la historia de la vida sin conocer la de nuestro Planeta.

La destrucción del registro geológico, como recurso natural no renovable, es siempre irreversible. Por lo que se vuelve absolutamente imprescindible conservarlo. Sin embargo, el conocimiento de su importancia y riqueza no está suficientemente difundido, puesto que la población, en general, no cuenta con información para valorarlo y defenderlo adecuadamente.

Actualmente se observa una creciente preocupación por la preservación del Patrimonio Geológico. Países como España, Estados Unidos, Italia, entre otros, sensibilizados con esta temática, han desarrollado legislaciones al respecto, y tienen grupos de especialistas dedicados a la selección, estudio y análisis de modos de conservación de diferentes Puntos de Interés Geológico.

En la provincia de Tucumán el marco legal de la protección y conservación del Patrimonio Geológico lo proporciona la Ley 7500/2005 de Patrimonio Cultural, que de forma indirecta hace referencia al Patrimonio Geológico puesto que en su artículo 2º establece «se considera patrimonio cultural todos aquellos bienes materiales o intangibles de valor histórico, arquitectónico, artístico, arqueológico, paleontológico, antropológico, documental, paisajístico y científico tecnológico, que constituyen la expresión o el testimonio de la creación humana, la evolución de la naturaleza y que sean significativos y representativos de la cultura tucumana».

Se define a un Punto de Interés Geológico (P.I.G.) como un sitio que muestra una o varias características consideradas de importancia dentro de la historia geológica de una región natural (Leynaud, F., 2002). Forma parte fundamental del Patrimonio Cultural, puesto que proporciona una información básica para conocer la historia de la Tierra y la vida que en ella se ha desarrollado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó el análisis e interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas de la década del 60 – 70 a escala 1:50.000, con un enfoque especial en la geomorfología periglacial. Posteriormente se efectuó el chequeo de campo de las criogeofomas definidas en gabinete. Toda la información obtenida se volcó en un mapa de geofomas criogénicas y niveles altitudinales (Figura 1). Este mapa constituye la herramienta básica para el relevamiento y caracterización de los elementos y los Puntos de Interés Geológico.

Una vez establecido el inventario y descripción general de los Puntos de Interés Geológico, se procedió a su evaluación mediante una ficha de valoración que se dividió en tres bloques fundamentales (Figura 2).

1- Bloque de identificación y localización: en

donde se consigna la fecha de relevamiento del dato, el N° del P.I.G., la denominación del punto, datos de ubicación según la división política provincial y departamental, y descripción de las posibilidades de acceso al punto.

2- Bloque de descripción: se reseña el contenido del P.I.G., su estado de conservación, caracterización climática, observaciones y fotografía del punto.

3- Bloque de clasificación según el tipo de interés: se clasifican los P.I.G. por su contenido, por su utilización y por su influencia

A modo de ejemplo se adjunta la ficha de valoración de uno de los Puntos de Interés Geológico (Figura 3).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La columna estratigráfica en el área de estudio se inicia con rocas metamórficas, ígneas y mixtas del denominado «Basamento Cristalino», que constituye el núcleo de las Sierras del Aconquija y se asigna al Precámbrico – Cámbrico Inferior.

En las quebradas de Las Pavas y Jaya se reconocen micacitas biotíticas de grano fino con bandas regulares de colores claros de cuarzo y feldespato potásico, con granates y alternantes con bandas de colores oscuros de cuarzo, biotita y hornblenda. También afloran en el área esquistos inyectados, gneis y migmatitas. Existe gran cantidad de diques leucocráticos de texturas y composiciones variables, aunque predominan los pegmatíticos, que intruyen a los esquistos. Los depósitos cuaternarios dispuestos en discordancia sobre el basamento metamórfico están constituidos por: a) depósitos morénicos ya que durante el Pleistoceno la región cumbre de la Sierra de Aconquija, fue cubierta por lo menos por tres episodios glaciares (Fox y Strecker, 1991) y b) depósitos fluvio-glaciares en los valles de los ríos Jaya y Las Pavas.

A partir del mapeo y la evaluación de las formas geocriogénicas de la cuenca alta de los ríos Las Pavas y Jaya, entre los 27° 07' – 27° 15' S y los 66° 03' – 65° 54' W, se definieron dos asociaciones geomorfológicas con actividad criogénica (Ibañez Palacios, G., 2007).

A) Piso Parageocriogénico o Paraperiglacial (Corte, A., 1983): desde los 2.000 hasta los 4.000 msm se encuentra el área de influencia de procesos periglaciares estacionales, con temperaturas superiores a -1°C. Este nivel altitudinal se ubica por debajo del límite inferior del permafrost. Se caracteriza por el congelamiento y descongelamiento estacional sistemático en superficie y el congelamiento y descongelamiento esporádico en profundidad.

Los procesos periglaciares, generados por efecto del congelamiento estacional, que se manifiestan

por el crecimiento de agujas de hielo, heladas superficiales y movimientos de suelos en pendiente generan una asociación de geoformas características: soliflución en guirnaldas y suelos rastrillados. Aquí se encuentra el nivel morénico más antiguo. Las pendientes en esta zona están suavizadas por acción de los procesos periglaciares de tipo superficial.

B) Piso Geocriogénico o Periglacial (Corte, A., 1983): por arriba de los 4.000 msm, con temperaturas inferiores a -1°C, se encuentra por encima del límite inferior del permafrost determinado por el nivel inferior de los glaciares de escombros activos (Haeblerli, W., 1985). Se caracteriza por la presencia de permafrost discontinuo y por intensos procesos de criofragmentación y crioflucción de las laderas.

En este piso hay un predominio de pendientes lisas, muy abruptas, sin vegetación y con una marcada crioclastesis. En esta zona el efecto del congelamiento se intensifica. Esto permite que se produzcan procesos de congelamiento permanente que generan las siguientes asociaciones geomorfológicas: geliflución en bloques, geliflución en lenguas de bloques vegetados o no, talus, suelos estructurados seleccionados activos, suelos estructurados no seleccionados con vegetación, glaciares de escombros de talud activos e inactivos y glaciares de escombros glaciogénicos. Además se observan dos niveles de morenas laterales más modernas que el del piso parageocriogénico.

La cobertura superficial en esta zona es blocosa y angular. La fuerza de la criodinámica, su capacidad erosiva y de transporte, son las características notables de este nivel.

Hasta el momento se han catalogado y analizado 7 P.I.G. en el piso geocriogénico o periglacial los que se caracterizan por su buen estado de conservación. Se realiza la descripción de las criogeofomas cuaternarias identificadas como P.I.G. en el Parque Nacional Campo de los Alisos (Ahumada y otros, 2006).

### P.I.G.1: Suelos estructurados en el Portezuelo del Campo Colorado

Son formas superficiales muy particulares cuyo origen se debe a una combinación de procesos en donde interviene el levantamiento por hielo acicular, selección, reptación del suelo, deshidratación y contracción térmica, por la acción del congelamiento y del descongelamiento (Multi-language Glossary of Permafrost and Related Ground-Ice terms, 1998). Los suelos estructurados pueden estar o no seleccionados horizontalmente, es decir con o sin diferenciación granulométrica entre los centros y sus periferias (Trombotto y Ahumada, 2005).

En la crioplanicie del Portezuelo del Campo Colorado (pendiente hasta 2°) a 4.809 msm, se observan suelos estructurados de 15 a 20 cm de diámetro. Se trata de polígonos con bordes de textura gruesa y

centros de textura fina. Según la clasificación de A. Washburn (1956) éstos se definen como suelos seleccionados. Estos suelos se caracterizan por la ausencia de vegetación.

*P.I.G.2: Geliflujión en bloques en las inmediaciones del Portezuelo del Campo Colorado*

Desde el Portezuelo del Campo Colorado es posible observar escalones de soliflujión en bloques a 4.645 msm. Este proceso se genera en pendientes sometidas a procesos de congelamiento y descongelamiento diario y estacional, produciéndose así la movilización del suelo pendiente abajo suavemente durante años. Se presentan en forma de protuberancia o lengua, identificables y adosadas a la pendiente. Se trata de lóbulos de bloques de 1 a 2 m de largo, en pendientes de 8° a 15°. El eje longitudinal de la lengua es paralelo al sentido de la pendiente. Los bloques delimitan generalmente los lóbulos y se distribuyen en superficie con algunas ondulaciones.

*P.I.G.3: Glaciar de escombros activo*

Próximo al paso del Campo Colorado a 4.534 msm. Los glaciares de escombros activos se forman por procesos perennes de hielo subsuperficial en cuerpos de material no consolidado de las zonas frías de la Tierra. Estos cuerpos de detrito y hielo se mueven por la ladera, valle abajo formando lenguas o lóbulos como expresión geomorfológica (Barsch, D., 1996). Estos cuerpos contienen hielo subterráneo permanentemente congelado, por lo tanto se trata de fenómenos del permafrost discontinuo de montaña. Para su formación, desarrollo y mejor conservación, deben mantener temperaturas inferiores a -1°C. Consisten de una mezcla de 40 a 60% de material clástico y 60 a 40% de hielo, principalmente hielo intersticial y de segregación (Haerberli, W., 1985; Barsch, D., 1996; Arenson y otros, 2002). Esta mezcla está cubierta de un manto de clastos generalmente muy gruesos (bloques), que constituyen la capa activa de descongelamiento estacional (Barsch, D., 1996). Esta capa activa sirve como capa aisladora e impide el descongelamiento del permafrost subyacente.

Este glaciar de escombros tiene un espesor promedio de 20 m. En su superficie se observan ondulaciones y lomos característicos producidos por el flujo. Petrográficamente está constituido por bloques de metamorfitas de tamaños diversos. Presenta un escarpe frontal muy marcado con pendientes superiores a 35°. Una pendiente tan fuerte en material no consolidado, sólo puede ser preservada a través de la presencia de permafrost y un desplazamiento rápido del glaciar de escombros (Brenning, A., 2003).

*P.I.G.4: Geliflujión en guirnaldas en las proximidades de las ruinas de La Ciudadcita*

Se observa en las pendientes que rodean a las ruinas de La Ciudadcita a 4.300 msm. Se trata de depósitos de geliflujión en bloques cuyos frentes están contenidos o demarcados por vegetación. En este caso la acción de la soliflujión se manifiesta asociada con la vegetación, definiendo lóbulos suaves, con pendientes de 10° a 12°. Como consecuencia del movimiento del suelo, la vegetación (gramíneas) se ordena en pseudocírculos o guirnaldas (Corte, A., 1955) con su parte cóncava en dirección de la pendiente. Estas formas se encuentran por arriba del límite superior del bosque o en niveles altitudinales bajos del piso periglacial.

*P.I.G.5: Morenas laterales en un afluente del Río Las Pavas*

Se observan dos sistemas morénicos aproximadamente a 4.300 msm, el recostado a mayor altura en la ladera correspondería al finiglacial y el sistema del Little Ice Age (aproximadamente del 1700 AD según Villalba, R., 1994; Rabatel y otros, 2008) recostado sobre el anterior a menor altura, reflejando el último avance glaciario reciente en la región. Estos depósitos morénicos están constituidos por bloques heterométricos, angulosos y con una matriz fina escasa.

Las morenas son acumulaciones de till, sedimentos detríticos depositados por el hielo glacial, no seleccionados, heterogéneos, heterométricos, poligénicos, con clastos angulosos que suelen presentar marcas producidas durante el transporte (Strahler, A., 1981). Forman montículos, colinas o alineaciones que culminan en una cresta aguda (Strahler, A., 1981).

Siguiendo a Schellenberger y otros (1998), en el nivel morénico más joven las pendientes son más abruptas que en el más antiguo. Además en la morena más antigua se observa el efecto de los procesos periglaciales, mientras que la más moderna aún no fue afectada por los mismos.

*P.I.G.6: Lago posglacial próximo al Paso de la Apacheta*

Es un lago de poca profundidad próximo al paso de La Apacheta, en el piso del valle a 4.638 msm.

Si bien el origen geológico de los lagos de alta montaña hay que buscarlo en las glaciaciones, hay que tener en cuenta que estos son lagos proglaciales y que desde el mismo momento en que se retiran los hielos, se inicia el proceso de colmatación de los mismos, por el que se rellena la cuenca formada por el glaciar por arrastre de materiales sólidos de las montañas. Pero en el caso particular de nuestro P.I.G. se trata de un lago de altura posglacial es decir que ocupa el fondo de un antiguo circo glaciar y se alimenta del descongelamiento de los depósitos niveos del entorno. Constituyendo así una importante señal de la degradación del ambiente glacial en la región.

### P.I.G.7: *Campo de bloques en las ruinas de La Ciudadacita*

Las ruinas de La Ciudadacita que se encuentran a 4.373 msnm de altura se emplazan sobre una antigua crioplanicie que refleja la acción glacial y periglacial al estar cubierta por bloques criofragmentados de rocas metamórficas.

En los últimos dos siglos, el desarrollo de la técnica ha permitido al hombre adentrarse e intensificar los usos y aprovechamientos que se hacen de las áreas de alta montaña. Éstas se han convertido en un recurso de primera magnitud, cuyos beneficios en muchas ocasiones están por encima no sólo de la propia preservación del Patrimonio Natural, sino también de la utilización racional y sostenible del medio natural como recurso.

La explotación turística de estas regiones altitudinales en los países en desarrollo se ha venido incentivando progresivamente con el objeto de propender a generar fuentes de trabajo digno en pobladores locales, y de esta manera erradicar progresivamente la pobreza de estas pequeñas comunidades alejadas. Indudablemente el turismo es una alternativa válida y de implementación rápida. Pero es necesario generar los conocimientos apropiados para la explotación de un Patrimonio Natural y Cultural que por lo general y bajo las actuales condiciones climáticas presentan una extrema fragilidad.

Las dificultades que impuso hasta el momento la Sierra de Aconquija al desarrollo de las actividades humanas, derivado de factores intrínsecos a la misma, como la altitud y sus implicaciones morfoclimáticas, y una topografía de fuertes pendientes y desniveles, entre otros, han condicionado una menor intensidad de los usos y aprovechamientos humanos, por lo que se ha convertido en un espacio natural de gran calidad ambiental y paisajística. De forma que además de un recurso, constituye sobretodo un Patrimonio Natural y Cultural que estamos obligados a preservar; no inmovilizándolo, pero sí evitando los impactos que supongan una pérdida de su naturalidad.

Actualmente al tradicional uso pastoril de la Sierra de Aconquija se ha incorporado la explotación de los recursos mineros y fundamentalmente la zona del Parque Nacional Campo de los Alisos se está transformando en un foco de atracción turística cada vez más masivo, por lo que es necesario el establecimiento de algunas medidas de protección que proporcionen el marco adecuado para la conservación del Patrimonio Geológico, patrimonio que en algunos aspectos es similar al Patrimonio Histórico o Arqueológico, pero difiere principalmente en el carácter único de los objetos a proteger.

## CONCLUSIONES

- Se presentan algunos aspectos desconocidos para el público en general con el objetivo de fomentar el interés por un tipo de patrimonio que a veces pasa inadvertido entre flora, fauna, arqueología, etc. Para de esta manera concienciar a la comunidad de la importancia y de los beneficios derivados de la conservación de estos recursos hasta ahora desconocidos. Por lo que es esencial incorporar en la cultura de las comunidades, aspectos informativos sobre los procesos geológicos que hicieron posible la formación y posterior conservación de estos documentos.

- En el Parque Nacional Campo de los Alisos hay un Patrimonio Geológico excepcional, tanto por su diversidad y singularidad, como por su estado de conservación.

- Se han inventariado hasta el momento 7 sitios con entidad para ser catalogados como Puntos de Interés Geológico, sin que se haya agotado el total de este recurso en el sector de estudio, lo que demuestra el gran potencial del mismo en el Parque Nacional.

- Los Puntos de Interés Geológico son lugares cuya relevancia dentro del panorama geológico es tal, que su conservación podría marcar el camino hacia la protección integrada de grandes espacios. De manera tal que, el inventario específico de estos lugares no debe ser excluyente pero si necesario desde el punto de vista científico y divulgativo.

- Las políticas de conservación de la naturaleza, incluyendo las del Patrimonio Geológico, deben ir encaminadas hacia una gestión social en la que la imaginación y la sensibilidad vayan de la mano con las estrategias de desarrollo sostenible de la región.

- Debido a que las cuencas de alta montaña del área de estudio son altamente sensibles a los cambios climáticos actuales y a las modificaciones antrópicas agregadas por el desarrollo de un nuevo agente productivo como es el turismo, es que propoñemos para propender al desarrollo de una actividad turística sustentable, la incorporación de controles hídricos en estas regiones de altura. Lográndose a través de esto un aprovechamiento racional del agua dulce y de esta manera preservar y evitar la contaminación del recurso, como consecuencia de una tasa de uso turístico elevada.

## Agradecimientos

Las autoras agradecen a la Fundación Miguel Lillo por haber brindado los fondos para las salidas de campo. A los evaluadores que con sus críticas ayudaron a mejorar la calidad de este trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ahumada, A. L.; G. Ibáñez Palacios y M. Centeno Burgos. 2006. Geocryogenic Forms, Natural Geological Heritage in the Los Alisos National Park, Tucumán. Symposium on Climate Change: Organizing the Science in the American Cordillera. Abstracts, pp. 51. Mendoza. Argentina.
- Arenson, L., M. Hoelzle y S. Springman. 2002. Borehole deformation measurements and internal structure of some rock glaciers in Switzerland. *Permafrost and Periglacial Processes* 13: 117 – 135.
- Barsch, D. 1996. *Rockglaciers*. Springer, Berlin, 331 pp.
- Brenning, A. 2003. La importancia de los glaciares de escombros en los sistemas geomorfológico e hidrológico de la Cordillera de Santiago: fundamentos y primeros resultados. *Revista de Geografía Norte Grande* 30: 7 – 22.
- Corte, A. E. 1955. El congelamiento del suelo y la distribución circular de *Deyeuxia chrysostachia* dentro de la zona de procesos criopedológicos en la Alta Cordillera de Mendoza, Argentina. *Revista Argentina de Agronomía*, 22 (3): 121 – 133.
- Corte, A. E. 1983. Los conceptos: geocriogénico – parageocriogénico y glacial – paraglacial en los Andes Centrales de Argentina, latitud 30°. *IANIGLA, Anales* 83: 43-63.
- Fox, A. y M. Strecker. 1991. Pleistocene and modern snowlines in the Central Andes (24 – 28° S). En: Garleff, K. y Stingl, H. (Editores), *Sudamérica Geomorphologie un Paläoökologie im jungeren Quartär*. Bamberger Geographische Schriften Bd 11: 169 – 182.
- Haeberli, W. 1985. Creep of mountain permafrost: internal structure and flow of alpine rock glaciers. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH, Zürich*, 77: 1 – 142.
- Ibáñez Palacios, G. P. 2007. Zonación Altitudinal de los Procesos Criogénicos en la Cuenca Alta del Río Conventillo, Tucumán, Argentina. *Acta geológica lilloana* 20 (1): 73 – 82.
- Leynaud, F. 2002. Inventario y caracterización de los Puntos de Interés Geológico (PIG) de la provincia de Córdoba. *Actas del XV Congreso Geológico Argentino*. El Calafate. Versión CD.
- Multi-language glossary of permafrost and related ground-ice terms. 1998. Van Everdingen, R. (ed), Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center/ World Data Center for Glaciology, 90 pp.
- Rabatel, A., B. Francou, V. Jomelli, P. Naveau y D. Grancher. 2008. A chronology of the Little Ice Age in the tropical Andes of Bolivia (16°S) and its implications for climate reconstruction. *Quaternary Research*, article in press.
- Schellenberger, A., R. Mailänder, H. Stingl y H. Veit. 1998. Investigations on Late Quaternary landscape and climate evolution in the Sierra de Cachi (Province of Salta, NW – Argentina). *Terra Nostra* (98/5): 16. LAK – Bayreuth. pp.144.
- Serrano, E. 2004. Paisajes de montaña de la Península Ibérica: Caracteres y necesidad de conservación. En: *La conservación del paisaje*. Fundación Biodiversidad, Sevilla, 91-138.
- Strahler, A. N. 1981. *Geografía física*. Editorial Omega, 767 pp.
- Trombotto, D. T. A. y A. L. Ahumada. 2005. Los fenómenos periglaciales. Identificación, determinación y aplicación. *Opera Lilloana* 45: 1 – 131.
- Villalba, R. 1994. Tree-rings and glacial evidence for the Medieval Warm Epoch and the Little Ice Age in Southern South America. *Climatic Change* 30: 1-15.
- Washburn, A. L. 1956. Classification of patterned ground and review of suggested origins. *Geological Society of America Bulletin* 67: 823 – 865.

## EXPERIENCIA PARTICIPATIVA PARA LA INTRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE QUINOA EN LA POMA y CACHI - SALTA

### PARTICIPATIVE EXPERIENCE TO INTRODUCE QUINOA VARIETIES AT LA POMA AND CACHI - SALTA

Bayón de Torena N. A.<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El trabajo se enmarca en el proyecto CIUNSA 1391 sobre Experiencia participativa para la introducción de variedades de quinoa, *Chenopodium quinoa* Willd. en la Poma y Cachi (provincia de Salta).

La heterogeneidad de las condiciones socioeconómicas de los productores requiere seleccionar variedades comerciales promisorias para sistemas productivos minifundistas, formar productores experimentadores e indagar sobre usos culinarios.

Se trabajó con ensayos de introducción de germoplasma de la Prueba Americana y Europea. El diseño experimental (BDCA) se aplicó en dos etapas: 1ª (2003-2005) variedades CICA; Nariño; Salcedo; Real; Baer; RU-5PQCIP, Ingapirca y Canchones, 2ª (2005-2007) variedades Salcedo; Baer; Ingapirca; Canchones; Kamiri; Puno BB; Puno RM. Se realizó observación participante sobre experimentadores y usos culinarios.

Los resultados mostraron diferencias significativas en altura de planta, precocidad y rendimiento. Las variedades CICA, Nariño, Ingapirca, Canchones, Kamiri, Puno BB y Puno RM alcanzaron una altura superior, correlacionándose ésta con el ciclo largo (5 meses y 20 días). Asimismo, las variedades Kamiri, Puno BB, Puno RR y Salcedo presentaron mayor rendimiento y buen tamaño de grano.

La formación de experimentadores generó productores que evalúan y difunden conocimientos. Los talleres culinarios con participación de mujeres se constituyeron en espacios de integración y valoración cultural de la quinoa.

**Palabras clave:** variedades de quinoa, minifundistas, valle, usos

#### SUMMARY

The work is part of the 1391 CIUNSA Project, about participative experience to introduce quinoa varieties, *Chenopodium quinoa* Willd. at La Poma and Cachi (Salta Province Argentina).

Heterogeneity of socioeconomic producers' conditions require the selection of promising commercial varieties adapted to productive smallholders systems, experimentalists to train and search for culinary uses.

The group worked by the introduction of American and European tests of germoplasma.

The experimental design (BCDA) was applied in two stages: 1º (2003-2005) CICA, Nariño, Salcedo, Real, Baer, RU-5PQCIP, Ingapirca and Canchones varieties; 2º (2005-2007) Salcedo, Baer, Ingapirca, Canchones, Kamiri, Puno BB, Puno RM varieties.

We used experimental participant observation and women' culinary uses.

Results indicate that there exist differences between height, early growth and yielding in plants: CICA, Nariño, Ingapirca, Canchones, Kamiri, Puno BB and Puno MR reached a

Experimentalists training generates producers spread knowledge.  
The use of quinoa workshops are integration spaces and appraisal of culture among women.

**Key words:** quinoa varieties, smallholders, valley, uses height taller than the rest and have a longer cycle (5 months and 20 days). We also noted that the Kamiri, Puno BB, Puno RR and Salcedo varieties produce better yielding and seed size.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo es un avance de informe del proyecto de investigación 1391 del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, sobre la Experiencia participativa para la introducción de variedades de quinoa, *Chenopodium quinoa* Willd., en la Poma y Cachi –provincia de Salta-, durante el período 2003 al 2007.

La quinua o quinoa es un cultivo nativo de los Andes y a pesar de su importancia cultural, en el tiempo fue relegada hasta el olvido, debido, entre otras causas, a la falta de conocimiento de sus bondades nutricionales, su origen y la limitada tecnología de producción existente.

Según datos bibliográficos, en la zona de investigación «la quinua era un alimento importante para la población originaria de Sudamérica» (Tapia, M., 1982) y se disponía de parcelas de producción junto a otros granos, a principios del siglo XX. La colonización primero y luego la modernidad, han sido condicionantes sustanciales para su olvido y desconocimiento de su existencia en las propias comunidades. En alusión a ello se explica el uso asignado y la concepción vigente en la época hispánica en los siguientes términos: «la conquista española trajo radicales cambios no sólo en los aspectos políticos y sociales cuando en la agricultura y la alimentación de los indios...los indios tenían que cultivar aquello que ordenaba el conquistador...y los frailes..., con el supuesto propósito de eliminar la idolatría, prohibieron el cultivo de algunos alimentos básicos como el amaranto (kiwicha) en México y la quinua en la región Andina...» (Naranjo, P., 2006). Los alimentos adquirieron una jerarquización donde se desmerecía y desvalorizaba la costumbre alimentaria autóctona; los españoles se alimentaban con trigo y las comunidades originarias con quinua, choclos, ocas, etc.; esta práctica se acompañaba con expresiones despectivas como comida de pobre o comida de indios.

La referencia histórica, sumada a los antecedentes de adaptación y resistencia a factores adversos como heladas tardías, sequías, salinidad, suelos pobres, hacen que se considere a los valles orientales, las quebradas y los bolsones secos de la provincia de Salta, como ambientes óptimos para la recuperación y reintroducción de la especie, tanto para autoconsumo como para la comercialización (Buitrago y otros, 2001; Kleine y otros, 2001; Sosa Valdéz y Tolaba, 2001). Asimismo, su posibilidad se ve potenciada por la presen-

cia de productores de orígenes andinos que «recuerdan» su producción y sus usos en épocas de los abuelos.

Por otro lado, en la actualidad, los resultados de informes de introducción (Bayón, N., 2004), dan cuenta de un buen desarrollo del cultivo y una buena calidad y cantidad de granos por hectárea; igualmente, se detecta un interés creciente en las mujeres por rescatar su consumo.

Desde el punto de vista nutricional, la quinua aporta una importante cantidad de proteínas que, combinada con otros alimentos disponibles en la región (leguminosas tales como: porotos silvestres ó pallares, habas) mejorarían el balance de aminoácidos limitantes, contribuyendo a un aprovechamiento más integral de la proteína. Se entiende que su disponibilidad constituye una herramienta valiosa para contribuir a la «seguridad alimentaria» (entendiéndose con ella la satisfacción y cobertura adecuada de los requerimientos nutricionales) y para tratamientos dietoterápicos de patologías de origen alimentario, como la enfermedad de los celíacos y la de los diabéticos.

Cualquiera sea su uso, las preparaciones de platos dulces y salados son diversos y van a depender de los «gustos» y costumbres de cada región.

Si bien en la provincia se sabe sobre su factibilidad productiva y calidad nutritiva, su producción es escasa a nula en los sistemas productivos de las comunidades andinas. Los factores que explicarían inicialmente la situación son la falta de semillas de variedades comerciales, el desconocimiento de la tecnología de producción y por último, la ignorancia sobre sus usos culinarios.

En contraposición y desde el punto de vista de la práctica agronómica, la heterogeneidad del ambiente (gradiente altitudinal marcado y períodos de heladas diferentes, entre los más relevantes), y las diversas condiciones socioeconómicas de los productores, hacen necesario conocer y seleccionar variedades que se adecuen a las realidades agroecológicas y socioeconómicas de la región, identificando, en cada caso, su manejo agronómico (Torres y otros, 2001; Bayón, N., 2006).

En este marco, el trabajo tiene como finalidad recuperar y revalorizar la producción y el consumo del grano andino, la quinua. Para ello se ha propuesto determinar las variedades comerciales que mejor se adaptan a las condiciones del área de investigación y se



adecuen a las características de los sistemas productivos de los campesinos andinos, iniciar la formación de productores experimentadores/as, para la difusión, e indagar y rescatar las elaboraciones con quinua, propuestas por las mujeres de la comunidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de trabajo corresponde a dos localidades del valle Calchaquí: Cachi y La Poma, las que se encuentran distanciadas 30 km entre sí.

El departamento La Poma, cuyas coordenadas son 24°42'51.9''S y 66°12'11.9''W, se encuentra en el noroeste de la provincia de Salta, a una altura de 3.015 a 3.800 msm y a 198 km de la ciudad de Salta, sobre la Ruta Nacional N° 40; mientras que Cachi, cuyas coordenadas son 24°56'23.3''S y 66°09'56.92''W, está a 2.700 msm y a 160 km de Salta.

El clima es frío y seco. Con gran amplitud térmica de noches frías y días soleados. Esta zona es de fuertes vientos casi todo el año. Las precipitaciones oscilan entre 90 (La Poma) y 180 mm (Cachi) en el año, con una distribución concentrada en el verano. Los suelos se pueden caracterizar como A/C en los 0-10 cm. Son franco arenosos. La mayoría de los terrenos presentan pendientes abruptas y suaves (más del 5% y hasta 25%, dependiendo de las zonas).

El agua de riego proviene, en la mayoría de los casos, del Río Calchaquí, que se origina por el deshielo del nevado de Acay o por afloramiento de aguas subterráneas (manantial). La superficie bajo riego en la zona es escasa y a cada predio se le otorga un turno de agua.

En las áreas de trabajo predominan las superficies de menos de 5 has, dedicadas a la agricultura y a la ganadería. Con respecto a la agricultura: producen para el mercado arveja, habas, tomate (La Poma), pimiento para pimentón y hortalizas varias (Cachi). Para el autoconsumo producen trigo, papa, alfalfa y maíz en ambos lugares. Todas las producciones dependen de la disponibilidad de riego y de la disponibilidad de áreas planas (las que son escasas). En relación a la ganadería, crían rebaños de 50 a 100 cabezas de ovinos, caprinos y en menor cantidad, en la Poma, de camélidos.

Otras producciones que les generan ingresos son la recolección de especies medicinales nativas como muña-muña, rica-rica, incayuyo, etc. y las artesanías en tejidos.

Los productores se caracterizan por ser minifundistas de cultura andina y sus producciones son, tradicionalmente, de escaso posicionamiento en el mercado.

Con respecto a la metodología, el trabajo se realizó dentro del modelo de investigación cuantitativo y cualitativo.

En el primer caso se aplicaron ensayos de introducción de variedades de quinua en campos de productores pertenecientes a la Poma y a Cachi

El material genético utilizado corresponde al germoplasma provisto por la red de la Prueba Americana y Europea (Mujica Sánchez, A., 2001), cuyo representante en la Argentina es la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy. Los lugares elegidos para ubicar el ensayo respondieron a los siguientes criterios:

1. Zona agroecológicamente apta para el desarrollo del cultivo.
2. Zona con gradiente altitudinal diferente (3.013 a 2.700 msm)
3. Zona con alta concentración de pequeños productores.
4. Antecedentes ancestrales del cultivo y uso de la quinua.

Para el ensayo de introducción se completaron 4 formularios estandarizados de la prueba mencionada (FAO, 2001). El diseño experimental utilizado fue un BDCA en una superficie total de 420 m<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos corresponden a dos etapas diferentes que se correlacionan:

1ª Etapa. Lugar: La Poma. Año: 2003- 2005 (Foto 1)

Nº de Tratamientos: 8 Variedades o Cultivares: CICA (1- Cuzco- Perú); Nariño (5-Colombia); Salcedo (6- Perú); Real (9- Bolivia); Baer (11-Chile); RU-5PQCIP (13-Inglaterra); Ingapirca (19- Ecuador); Canchones (24-luque-Chile).

Nº de Repeticiones: 4; Nº de Surcos por Tratamiento: 4; Largo de Parcela: 4 m; Ancho de parcela: 2m<sup>2</sup>; Distancia entre surcos: 0,5m

Area Neta de Cosecha: 3 m<sup>2</sup>; Densidad de Siembra: 10 kg/ha; Cantidad de Semilla por Parcela: 8g.

Profundidad de Siembra: 1,5 - 2 cm - Sistema de Siembra: chorro continuo.

Fertilización: sin abono; sin herbicidas.



Foto 1- Ensayo de las 8 variedades: CICA, Nariño, Salcedo, Real, Baer, RU-5PQCIP, Ingapirca, Canchones - La Poma (Salta).

### 2ª Etapa: Lugar Cachi. Año: 2005-2007

Nº de Tratamientos: 7. Corresponden a la selección realizada en la etapa anterior, por rendimiento y sanidad: Salcedo (6-Perú); Baer (11-Chile); Ingapirca (19-Ecuador); Canchones (24-Iquique-Chile); Kamiri (Perú); Puno BB (Perú); Puno RM (Perú). Características del diseño idénticas a la anterior.

Se registró fecha de siembra y fecha de cosecha (ciclo), altura media de planta, número de ramas primarias, longitud media de panojas; se determinó, rendimiento de forraje y rendimiento de grano (IBTA, 1996). Todos los datos obtenidos fueron analizados con el programa ANOVA-2 y se utilizó el análisis de correlación entre las variables.

Para el caso de determinación de rendimiento de forraje se cortaron, a 5 cm de altura desde la base, las plantas del área de muestreo en inicio de floración; se tomaron las ubicadas en los surcos externos y las correspondientes a las variedades de mayor duración de ciclo: Nariño, Ingapirca y Canchones. Se determinó la producción de materia verde y posteriormente, previo secado en estufa, la producción de materia seca.

También se realizó la determinación del tamaño del grano de las variedades. Se tomó una muestra de granos al azar y se extrajeron de ella 10 granos. Posteriormente se colocaron uno a la par del otro, en línea recta, y se midió el total con una regla milimetrada. Luego se sacó el promedio respectivo.

Para la determinación del porcentaje de saponina existente en los granos de las distintas variedades se trabajó con el Método Afrosimétrico (semi cuantitativo). Éste consiste en colocar 2 g de semillas en un tubo de ensayo con 10 ml de agua destilada y agitar por 1 minuto. Luego se dejó reposar 30 minutos y se midió la altura de la espuma formada en el tubo. Con el dato obtenido y el peso de la quinua se determinó el porcentaje de saponina para cada variedad utilizando la correspondiente tabla del método.

Con respecto al uso de la metodología cualitativa se aplicó la técnica de observación participante para analizar el desarrollo de talleres de capacitación en formación de experimentadores y para la elaboración de comidas con quinua organizada con las mujeres de la comunidad.

En el caso de la formación de experimentadores, se observaron 3 talleres: uno en siembra, otro en pre-cosecha y el último, en pos-cosecha. En el de elaboración de comidas, se observó el tipo de participante y la dinámica utilizada.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Ensayos**

Los datos evaluados en el ensayo de campo correspondieron, en la primera etapa, a las variables

rendimiento de grano, rendimiento de forraje, longitud media de panoja, número de ramas primarias y altura promedio de planta.

Se aplicó, por un lado, un análisis de Variancia y por otro, un análisis de correlación, obteniéndose los siguientes resultados:

- Rendimiento de granos: No existe diferencia estadísticamente significativa entre las 8 variedades.

- Rendimiento de forraje: No existen diferencias estadísticamente significativas entre las 8 variedades

- Longitud Media de Panoja: Las variedades RU-5PQCIP y Real son las de menor longitud y las que presentan diferencias estadísticamente significativas con las otras.

- N° de Ramas primarias: Existen diferencias estadísticamente significativas. Las de mayor número de ramas son las variedades Nariño, Baer e Ingapirca y las que menos ramas tenían son Salcedo y RU-5PQCIP.

#### Análisis de Correlación

El análisis entre las variables rendimientos de granos y rendimiento en forraje resultó en una relación positiva y significativa ( $r = 0.467$ ;  $p = 0.021$ ).

El análisis de correlación entre rendimiento de granos y longitud media de panoja no resultó significativo ( $r = 0.102$ ;  $p = 0.634$ ).

La correlación negativa ( $r = -0.189$ ) entre rendimiento de granos y número de ramas primarias resultó no significativa ( $p = 0.300$ ).

La correlación entre rendimiento de forraje y longitud media de panoja resultó significativa ( $r = 0.437$ ;  $p = 0.032$ ).

No existe correlación entre rendimiento de forraje y número de ramas primarias ( $r = 0.342$ ;  $p = 0.101$ ) ni entre longitud media de la panoja y número de ramas primarias ( $r = 0.322$ ;  $p = 0.125$ ).

Los datos obtenidos nos permiten inferir que mayor desarrollo de ramas en planta no representa mayor rendimiento de granos, por lo que la densidad de siembra estará, en todo caso, en función del tipo de suelo donde se cultive la especie.

#### Altura media de plantas por variedad

Las alturas difieren según las variedades con las que se trabaje. Los datos nos permiten establecer una relación entre precocidad y altura de la planta: las variedades CICA, Nariño, Ingapirca y Canchones, son de porte alto y tardías; en cambio, las variedades de porte pequeño Real, RU-5PQCIP y Salcedo, son precoces.

Presencia de plagas y enfermedades foliares Mildiu (*Peronospora farinosa*)

Se puede afirmar que las variedades ensayadas van de ligeramente tolerante a tolerante, ya que se observaron plagas grado 1, es decir de 0 al 20% de las plantas con daño de *Epicauta adspersa* - *Epicauta leopardina* (bicho moro). Similares resultados se registraron para enfermedad, donde las plantas mostraron daño foliar por Mildiu.

#### Ciclo de producción

De las variedades en estudio se pueden reconocer, en forma preliminar, variedades precoces y variedades tardías

Las primeras, con un ciclo de 110 a 120 días, como las variedades Salcedo, RU, Baer y Real.

Las tardías, con un ciclo mayor de 150 a 180 días, como las variedades Canchones, CICA y Nariño.

Los datos obtenidos pueden ser tenidos en cuenta al considerar los períodos de heladas. Las primeras variedades se recomendarían para aquellas zonas donde los períodos de heladas son largos, característica climática propia de las áreas andinas altas.

#### Rendimiento de Forraje

Los datos obtenidos son preliminares y se registraron en variedades tardías, al inicio de la floración.

En la tabla 1 se observa que las diferencias no son significativas en la producción de materia seca (MS). Tampoco existen diferencias entre la producción de hoja y tallo entre las variedades. Esto indica que se debe seguir trabajando en el tema y hacer análisis de calidad en laboratorio.

Variedad	Hoja (g)	Tallo (g)	Total (g)
Nariño	230 a*	320 a	550 a
Ingapirca	227 a	327 a	554 a
Canchones	215 a	328 a	543 a

\*Valores en columna seguidos por igual letra, no difieren estadísticamente.

Tabla 1 - Rendimiento de forraje (MS) de variedades tardías de quinua.

Este resultado se vincula con la duración del ciclo del cultivo puesto que, cuando las variedades son tardías presentan mayor producción de biomasa (Tapia, M., 1979).

#### Análisis de Granos

##### a) Tamaño de grano

Variedad	Tamaño (cm)	Variedad	Tamaño (cm)
CICA	0.21	RU-5PQCIP	0.20
NARIÑO	0.21	INGAPIRCA	0.20
REAL	0.19	CANCHONES	0.18
BAER	0.20	SALCEDO	0.21

Tabla 2- Tamaño de grano por variedad de quinua

Los resultados presentados en la tabla 2, según la clasificación de determinación de tamaño de grano (IBTA, 1996), permiten inferir que el grano obtenido es de primera calidad, superior a 1,6 mm. Aunque se registran 3 que sobresalen del resto: CICA, Nariño y Salcedo.

#### Datos de rendimiento

No se encontraron diferencias significativas entre variedades ( $p=0,1240$ ). El potencial de rendimiento aún no es relevante en los datos obtenidos.

#### Color de grano

La mayoría de las variedades presentan granos amarillo y crema. No se observaron variedades de granos blanco, café, negros u otros.

#### Saponina

Es la sustancia química de sabor amargo que recubre el grano y las variedades la contienen en distintos porcentajes.

En la tabla 3 se observa que las variedades CICA y RU presentan un mayor contenido de saponina, diferenciándose del resto de las variedades, cuyo contenido varía entre 0,015% a 0,148%. Es necesario conocer estos datos para determinar el tiempo y costo que insumiría el acondicionamiento posterior del grano.

VARIEDAD	ALTURA (mm) (A los 30 minutos)	%	ALTURA (mm) (A los 60 minutos)	%
Ingapirca	0.5	0.015	0	0.000
Canchones	2.5	0.074	1	0.030
Salcedo	4	0.118	1	0.030
CICA	30	0.889	20	0.592
Nariño	4	0.118	2	0.059
Real	5	0.148	2	0.059
Baer	0.5	0.015	0.5	0.015
RU-5	15	0.440	3	0.089

Tabla 3- Relación altura de saponina-variedad de quinua

**Poder Germinativo (P.G.)**

En la tabla 4 se observa que el P.G. de las variedades analizadas fue muy bueno, predominando el 98% en CICA, Nariño, Real y Salcedo. Teniendo en cuenta que un P.G. de 80% es indicador de una buena calidad de semilla, nos permite inferir que los cultivos tendrán una buena implantación en campo, bajo condiciones agroecológicas favorables.

Se destaca que el P.G. analizado se obtuvo en semillas con un año de almacenamiento, ya que fueron cosechadas en abril de 2003. El mantenimiento de un buen parámetro germinativo indica la óptima calidad de semilla.

<b>Variedad</b>	<b>P.G. (leído al tercer día desde siembra)</b>
CICA	98
Nariño	98
Real	98
Baer	94
RU-5PQCIP	97
Ingapirca	100
Canchones	97
Salcedo	98

Tabla 4- Poder Germinativo según variedades de quinua

**Rendimiento**

En la segunda etapa se destaca, como variable significativa, el rendimiento (MS), obteniéndose resultados similares a la primera etapa en las diferentes variedades analizadas.

Por lo anterior, el orden de rendimiento por unidad de superficie de mayor a menor, fue el siguiente: Kamiri (100%), Puno RM (70%), Puno BB (68%), Salcedo (30%).

**Formación de experimentadores**

El conocimiento adquirido por los productores, en los ensayos, fue compartido con otros productores a través de los talleres de campo, en los cuales los experimentadores fueron los expositores y el equipo de investigación observó las actividades.

Los resultados registrados indicaron:

“ Identificación de variedades y contrastación con sus experiencias productivas.

“ Incorporación de la práctica de registro de producción y sanidad.

“ Transmisión de la experiencia personal productiva, a partir de la apropiación realizada en la intervención de los ensayos de la investigación, en distintos eventos vinculados con la temática.

“ Participantes activos en ferias de quinua organizadas en la comunidad.

**Talleres de elaboración de comidas**

En el taller participativo se unió a la actividad un total de veinticinco mujeres de diferentes ámbitos sociales, particularmente mujeres de los productores y mujeres productoras. Se intercambiaron recetas caseras que algunas de ellas tenían como especialidad; ejemplo: el turrón cacheño, empanadas de quinua y charqui, guiso con carne de cordero y alfajores. Por último, cada plato preparado fue degustado por las participantes e invitados de la comuna. Los resultados obtenidos indican un 100% de aprobación.

El rol de las mujeres en el taller fue activo y se consustanció en un espacio propio de ellas y para ellas.

Los resultados inmediatos fueron:

“ Registro de recetas que incluían comidas saladas y dulces: se identificaron 10 recetas elaboradas con quinua, que incluían entradas, comidas principales, postres y panes.

“ Integración de saberes desde la propia experiencia y los conocimientos adquiridos a través de diversas capacitaciones, provenientes del conocimiento científico. Sobre estas últimas se destaca la adecuación de las capacitaciones instrumentadas desde el

ámbito de la salud (Hospital de Cachi) y de las recibidas para el uso de la soja.

Aunque la quinua es un cultivo ancestral y andino, propio de nuestra zona, su existencia y usos son desconocidos en la actualidad por la mayoría de la población. La revalorización y reintroducción en el mercado local necesita de una campaña de difusión masiva a través de diferentes medios, tanto en las regiones potencialmente productivas como en la comunidad en general, para invitar a su consumo.

Las recetas deben difundirse y adaptarse a los hábitos alimenticios de cada comunidad, incorporando ingredientes disponibles en la zona. La adecuación de las recetas y la invención de nuevas preparaciones resultarían interesantes para enriquecer nuestra gastronomía.

Por otro lado, se debe trabajar sobre la tecnología para su procesamiento ya que, en la actualidad, los productores acondicionan la quinua en forma artesanal, lo que les demanda espacio físico, mano de obra y mucha agua.

Por último, un trabajo interdisciplinario entre profesionales y técnicos que interactúen con los actores de la comunidad, permitiría observar la realidad con una visión sistémica y posibilitaría la detección de los problemas existentes con la consecuente propuesta de soluciones cuya finalidad sea satisfacer las necesidades del sector social interactuado.

## CONCLUSIONES

La quinua es una especie vegetal que ha sufrido un fuerte proceso erosivo cultural y productivo. Sin embargo, se puede encontrar su presencia registrada «en la memoria cultural». Los rastros de su existencia son fuertes, especialmente en familias vinculadas a la cultura andina, notándose ello en la aceptación inmediata de su consumo, en el recuerdo de expresiones vertidas por sus ancestros y en el hábito alimenticio propio de su niñez. Asimismo, las labores de su cultivo se reconocen rápidamente, encontrándose mucha similitud en las técnicas culturales propias de otras producciones de la zona (especialmente en cosecha, siega, emparvado, trilla y aventado).

De los resultados del ensayo se puede concluir, en una primera aproximación, que:

- Las variedades del ensayo presentan tolerancia a las condiciones ambientales adversas, como heladas y sequías registradas en la época del cultivo. Asimismo, se comportan óptimamente en suelos no desarrollados, incipientes, sueltos y con escasa materia orgánica.

- Las variedades presentan tolerancia a la enfermedad foliar de la quinua *Peronospora farinosa*

conocida como Mildiu y a la plaga *Epicauta adspersa* conocida en la zona como bicho moro, chitupa o burrito.

- Existen diferencias en las alturas de las plantas y su precocidad. Las variedades CICA, Nariño, Ingapirca y Canchones, alcanzan una altura promedio mayor que el resto y son de ciclo largo, es decir, de 5 meses y 20 días. Similar resultado lo expresan Kamiri, Puno BB y Puno RM.

- El potencial de rendimiento en granos aparenta ser diferencial entre las variedades ensayadas. Hay diferencias en cuanto al color y al tamaño. Las variedades que se presentan interesantes por su comportamiento agronómico, sus rendimientos en los últimos ensayos y su correspondencia con las exigencias del mercado, por sus granos claros y de diámetro superior a los 1,6mm son: Kamiri, Puno BB y Puno RR, Salcedo.

- En cuanto al potencial forrajero, éste es mayor, por la biomasa disponible en variedades de ciclo largo.

- Todas las variedades tienen la característica de tener bajo contenido de saponina por lo que se considera interesante realizar análisis de laboratorio específicos en cada campaña. De los datos obtenidos, las que presentan mayor contenido de saponina son: CICA 127 y RU-5PQCIP. Esta circunstancia debe observarse pues el acondicionamiento del grano para el consumo humano va a depender del porcentaje de ésta.

- Las variedades ensayadas se han comportado óptimamente en zonas de 3.015 msm y de 2.700 msm, observándose en ésta última una mejor respuesta en cuanto a su desarrollo. Sin embargo, dado su alto grado de estabilidad, se concluye que éstas pueden ser cultivadas en otros ambientes similares de la provincia y del país.

- La formación de experimentadores en el área de trabajo permite por un lado democratizar el conocimiento científico y por otro lado formar a los productores en el registro de datos específicos y con los nuevos conocimientos constituirse en difusores entre sus pares.

- Los talleres de elaboración de comidas con quinua, ya sea con destino a la dieta familiar o para comercializarse, constituyen espacios de integración de conocimientos y valoración cultural de la quinua.

## BIBLIOGRAFÍA

Bayón, N. 2004. La Quinua. Recuperación del cultivo americano andino en el Valle Calchaquí. CD ROM Primeras Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales del Noroeste Argentino. Universidad Nacional de Salta.

Bayón, N. 2006. Los Granos Andinos en la Seguridad Alimentaria: Quinoa y Kiwicha. CD. XXIII Jornadas de Bromatología y VII de Nutrición. Facultad de Bromatología y Nutrición de la Universidad Nacional de Entre Ríos - Gualeguaychú.

Buitrago, L., C. Torres, A. Alvarez, Y. Ortiz. 2001. Multiplicación de Quinoa en el área ambiental y cultural de Iruya, Salta. Resúmenes del X Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Jujuy: 32.

FAO, Universidad del Altiplano, Puno, Perú y DANIDA-CIP. 2001. Resultados de la Prueba Internacional de cultivares de Quinoa. CD ROM «Cultivos Andinos, versión 1.0».

Kleine, H., A. Alvarez, B. Holzer y M. Schneichel. 2001. Cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en terrazas prehispánicas en la Puna de Jujuy. Resúmenes del X Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Jujuy: 8.

Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA), Programa Quinoa Estación Experimental Patacamaya, Dirección Nacional de Semillas (DNS)-Ministerio de Desarrollo Económico. 1996. Catálogo de variedades mejoradas de Quinoa y recomendaciones para la producción y uso de semilla certificada. Boletín Nº 2. Bolivia. 68 pp.

Mujica Sanchez, A. 2001. Prueba Americana y Europea de Quinoa: un estudio extensivo para la seguridad alimentaria Mundial. En Boletín Agricultura Andina Nº 9. UNA PUNO-Perú.

Naranjo, P. 2006. Cultivos en la salud, nutrición, alimentación y seguridad alimentaria en los países andinos. Resumen. XII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Quito. Ecuador: 10.

Sosa Valdez, F, y C. Tolaba. 2001. Multiplicación de cultivares de Quinoa en la Estación Experimental Hornillos, Jujuy. Resúmenes del X Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Jujuy: 31.

Tapia, M. 1979. La Quinoa y la Kañiwa, cultivos andinos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). Ed. IICA, Bogotá: 40-59.

Tapia, M. 1982. El medio. Los cultivos y los sistemas agrícolas en los Andes del sur del Perú. Proyecto PISCA IICA/CIID. 79 pp

Torres, C., L. Buitrago y A. Alvarez. 2001. Ensayos de Quinoa en la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. X Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Jujuy: 19.

Valdivia, R., S. Paredes, A. Zegarra, V. Choquehuanca y J. Reinoso 1997. Manual del Productor de Quinoa. Serie Manuales. CIRNMA. Ed. Altiplano E.I.R. Ltda, Perú. 158 pp.





## ESPECIES VEGETALES DE MONTAÑA CON PRINCIPIOS COLORANTES Y SU EMPLEO EN EL TEÑIDO ARTESANAL

### SPECIES MOUNTAIN PLANTS WITH DYES PRINCIPLES AND THEIR USE IN TRADITIONAL DYEING

Cabana, R del C. y C.I. Viturro<sup>1</sup>

#### RESUMEN

En emprendimientos textiles artesanales de Latinoamérica, el uso de diferentes plantas tintóreas en el teñido de las fibras de lana de oveja y/o llama, ha resurgido en estos últimos 10-12 años debido a la tendencia de volver «a lo natural», al auge de la protección del medio ambiente, y también como una alternativa para dar valor agregado a estos emprendimientos, en zonas donde sólo se producía la lana como producto final.

En Abra Pampa localidad puneña de la provincia de Jujuy, varios habitantes se han dedicado, a la producción de lana o fibra de llama cruda, al hilado, al teñido y al tejido de estas fibras.

En este trabajo se relevan los procedimientos de teñido de fibras de animales de la región Puna; se caracteriza botánicamente las principales especies empleadas en la tinción (*Baccharis grisebachii*; *Lampaya castellani*, *Brassica oleraceae*), se cita los usos tradicionales de las especies nativas y se da inicio al estudio de la optimización de su empleo, teniendo en cuenta sus principios colorantes.

**Palabras Clave:** Plantas tintóreas, teñido artesanal, teñido de fibras, colorantes, betalainas, flavonoides, antocianinas

#### SUMMARY

In small textile artisan companies of Latin America, the use of different plants to dye sheep wool and «llama» hair has resurged in these last 10-12 years. This situation is due to the tendency to return «to the natural», the desire to protect the environment, and also like an alternative to give added value to the production, in zones where the final product is only the wool. In Abra Pampa, located in Puna of the province of Jujuy, several inhabitants have been dedicated to the production of crude sheep wool or «llama» fiber, and spinning, dyeing and weaving these fibers. In this paper the dyeing procedures of animal fiber of the Puna region are surveyed; the main species used in dye are identified (*Baccharis grisebachii*, *Lampaya castellani*, *Brassica oleraceae*), the traditional uses of the native species are mentioned and the optimization of its use, considering its colorant principles, is beginning to be studied.

**Key words:** Dyer plant dyer, artisan dyeing, fiber dyeing, pigment, betalains, flavonoids, anthocyanins

1. Facultad de Ingeniería. UNJu. Gorriti 237 S.S. de Jujuy. roxca22@yahoo.com, civiturro@fi.unju.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

En la naturaleza se pueden encontrar múltiples fuentes de colorantes, capaces de generar una amplia variedad de matices y de cumplir, algunos de ellos, con los requisitos que la industria textil y alimenticia demandan (Lock Sing de Ugaz, O., 1997). Un gran porcentaje de estas fuentes proviene de la agricultura (semillas, materiales de desecho como cáscaras, hojas, otros). Por su naturaleza química, los colorantes pueden ser inorgánicos y orgánicos. La importancia de los colorantes de origen vegetal decayó desde la aparición en el mercado de los colorantes sintéticos derivados del petróleo, del aluminio y del carbón. Sin embargo actualmente se están buscando colorantes naturales como sustitutos de los artificiales debido a que en algunos países se han prohibido los colorantes de origen mineral y sintéticos como consecuencia de diversos estudios toxicológicos, en los que se han encontrado problemas de salud derivados del uso de ciertos colorantes artificiales y también debido al impacto ambiental negativo que tiene la fabricación de los mismos.

En localidad de Abra Pampa (Jujuy) por el cierre de las minas, varios habitantes han encontrado como alternativa de trabajo la producción de la lana, el hilado, el tejido de estas fibras y el teñido con extractos de plantas tintóreas con el fin de dar valor agregado a los microempresarios en zonas donde solo se producía la lana como producto final.

Así, resulta de interés el estudio de la química de los procesos involucrados para revalorizar los recursos renovables, con una actitud de aprovechamiento racional de sus propiedades y contribuir a la innovación tecnológica de esta industria semi-artesanal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las primeras experiencias de extracción de los colorantes y teñido de fibras fueron realizadas en instalaciones de la Cooperativa PUNHA, situada en la localidad de Abra Pampa (Jujuy).

Materiales:

Material vegetal:

Parte aérea de lampaso (*Lampaya castellani*) recolectada en dos zonas del Dpto. Cochino (Prov. de Jujuy): Zona 1: En la planicie cercana al cerro «El Huanca» al sur de Abra Pampa. Zona 2: Cangrejillos. Los lugares indicados precedentemente coinciden con la descripción que hace Cabrera, A. (1983) de la *exsiccata* en Jujuy.

Parte aérea de quinchal ( *Baccharis grisebachii*) recolectada en laderas del cerro Negro,

Ugchara (Dpto. de Humahuaca, Prov. de Jujuy).

Remolacha (*Beta vulgaris*) y repollo (*Brassica oleraceae*) obtenidas de productores de la Quebrada de Humahuaca y de zona de los Pericos (Prov. de Jujuy)

Semillas de achiote (*Bixa orellana*) : adquiridas en Villazon (Bolivia).

Fibra a teñir: de llama y de oveja, provista por la Cooperativa PUNHA.

Mordientes: alumbre de diferentes calidades comerciales.

Fijadores: cloruro de sodio (NaCl), de calidad comercial, ácido acético comercial (vinagre).

Métodos:

El método de extracción acuosa del colorante y el del teñido fueron los empleados en la Cooperativa.

Las especies colectadas se emplean «frescas» o secas al sol.

El material vegetal se coloca en agua a una temperatura inferior a 70°C en recipientes de aluminio.

El tiempo de contacto varía entre 30min y 1hora, dependiendo de la especie.

Para el teñido en caliente o baño directo: se disuelve el mordiente en el extracto caliente y luego se introduce las fibras a teñir.

Calidad del teñido: Se tuvieron en cuenta algunos de los parámetros de calidad citados en Warmi (2003). La evaluación fue de carácter cualitativo. Se realizaron ensayos durante 30 días: la resistencia a la exposición solar, la resistencia al lavado empleando jabón neutro y detergente comercial aniónico en polvo con un lavado diario.

Se califica como «resistente», cuando no se observa variación visual respecto a la intensidad y el color del colorante en la prenda.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características más sobresalientes de las especies empleadas frecuentemente en la tinción artesanal en la localidad de Abra Pampa son:

Especie Tintórea comestible: «Repollo Colorado»

Nombre científico: *Brassica oleraceae*

Partes usadas: hojas

Principio activo colorante: Cianidina (Antocianina) se presenta como 3- fosforósido 5- glucósido acilados (Lock Sing de Ugaz, O., 1997).

En la Figura 1 se observa el cambio de la estructura del cromóforo según el pH.

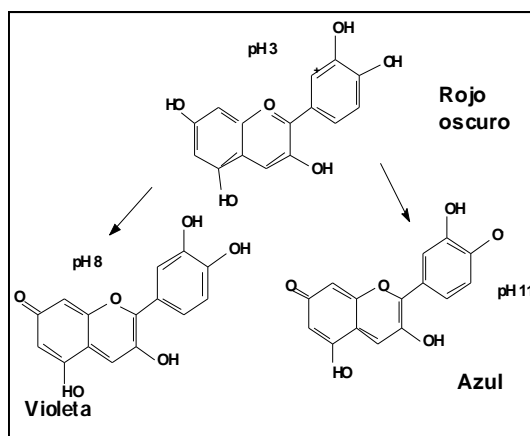


Figura 1: Estructuras de Cianidina, a distintos pH

Color obtenido en la fibra: azul, pasando por violetas a azules grisáceos (usando alumbre como mordiente).

Resultado de pruebas cualitativas respecto a la resistencia del teñido:

Exposición solar (UV cercano- vis): poco resistente

Lavado con jabón neutro con agua clorada: poco resistente

Lavado con jabón en polvo comercial con agua clorada: poco resistente.

Especie Tintórea comestible: «Remolacha»

Nombre científico: *Beta vulgaris*

Parte usada: Raíz

Principio activo colorante principal: betacianina (betanina) donde el cromóforo es el 1, 2 diazoheptametileno. Son termolábiles, se degradan a la luz UV-V, dependiendo también del pH y la presencia de O<sub>2</sub>.

En la Figura 2 se observa la estructura de betacianina donde se indica el cromóforo.

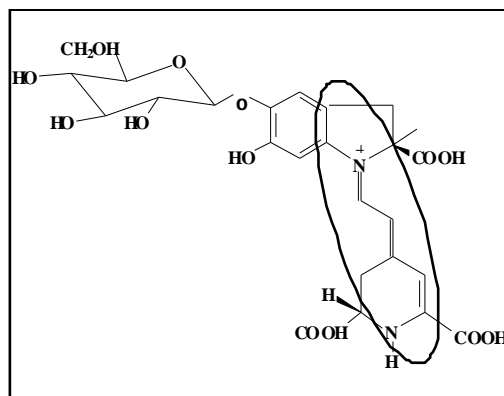


Figura 2: Estructura de Betacianina glucosidada

Color obtenido en la fibra: Tonos rojos (usando ácido cítrico contenido en el jugo de limones, como fijador).

Resultado de pruebas cualitativas respecto a la resistencia del teñido:

Exposición solar (UV cercano- vis): muy poco resistente,

Lavado con jabón neutro con agua clorada: poco resistente

Lavado con jabón en polvo comercial con agua clorada: poco resistente.

Este colorante ha sido ampliamente estudiado en el campo alimenticio y se confirma la tendencia de degradación por las pruebas de resistencia realizadas.

Especie Tintórea: «Achiote o annato»

Nombre científico: *Bixa orellana*

Parte usada: semillas

Principio activo colorante: Bixina (éster metílico en 6' del ácido 9'- cis 6, 6'-diapocarotenodioico). Las semillas de acchiote contienen principalmente la *cis*-bixina, con pequeñas cantidades de la *trans*-bixina. La

*cis* se isomeriza bajo las condiciones de extracción a la forma *trans* que es la más estable, y por hidrólisis alcalina se convierte en norbixina (ácido dicarboxílico), soluble en agua. En la Figura 3 se encuentra la estructura de la bixina.

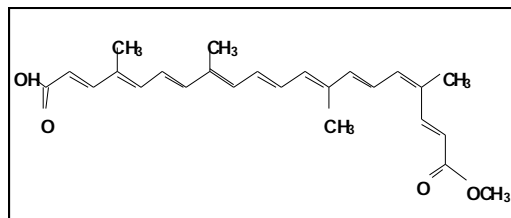


Figura 3: Estructura de la bixina esterificada

Color obtenido en la fibra: Tonos anaranjados (usando NaCl o ácido acético como fijador; o Alumbre como mordiente). Se encuentra que el NaCl favorece a la fijación de colorante, ya que «activa» los centros polares de la fibra proteínica y también contribuye a la insolubilidad del mismo en la fase acuosa.

Pruebas cualitativas de resistencia del teñido: En este caso según el mordiente o fijador usado (Tabla 1).

Mordiente o Fijador	Pruebas cualitativas de la resistencia del teñido (realizadas durante 1 mes)		
	Luz (UV-Vis)	Lavado manual c/ Jabón neutro	Lavado manual c/ detergente aniónico en polvo
Cloruro de Sodio	resistente	resistente	resistente
Alumbre	muy poco resistente	poco resistente	poco resistente
Vinagre	poco resistente	poco resistente	poco resistente

Tabla 1: Resultado de resistencia del teñido según mordiente o fijador usado

Este colorante ha sido ampliamente estudiado y se confirma la solidez esperada usando el NaCl como fijador.

Además de las especies nombradas, se usa como fuente de colorantes a la cáscara de cebolla (*Allium cepa*) la cual contiene flavonoides y se obtienen Anaranjado-marrones (Lock Sing de Ugaz, O., 1997). También se emplea la Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) (parte aérea) que contiene flavonoides y clorofila, logrando los colores Verde-Verde amarillento (Lock Sing de Ugaz, O., 1997).

Especie Tintórea: «Quinchamal o quilchamal», nativa

Nombre científico: *Baccharis grisebachii*

Parte usada: aérea

Principio activo colorante: De acuerdo a lo reportado por Feresin y otros (2003), serían tres los compuestos responsables del color obtenido: 3-Prenil-4-(4'-hidroxidihidrocinamoiloxi)-cinamato (A) y dos flavonas: 5,7-Dihidroxi-6,8,4'-trimetoxiflavona (Nevadensina) (B) y 5-Hidroxi-6,7,8,4'-tetrametoxiflavona (Gardenia B) (C) (Figura 4 y 5 respectivamente).

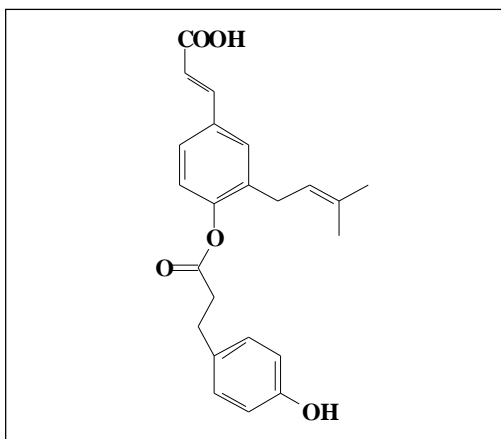


Figura 4: Estructura del compuesto A

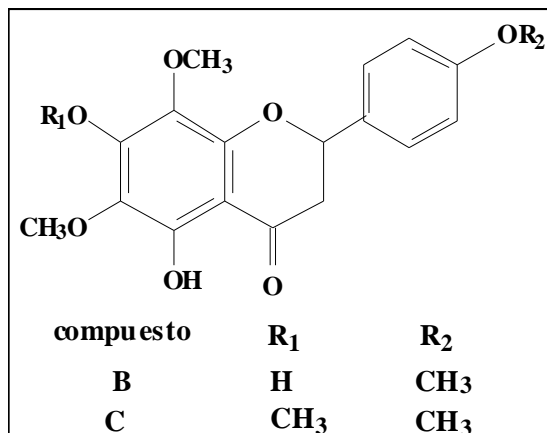


Figura 5: Estructura de los compuestos B y C

Color obtenido en la fibra: Tonos amarillos brillantes (usando Alumbre como mordiente) y se encuentra además el alumbre intensifica el color obtenido en la fibra.

Resultado de pruebas cualitativas respecto a la resistencia del teñido:

Exposición solar (UV cercano-Vis): poco resistente a resistente.

Lavado con jabón neutro con agua clorada: resistente

Lavado con jabón en polvo comercial con agua clorada: resistente.

Usos tradicionales en la zona: Se usa en baños, para aliviar dolores reumáticos, también para tratamiento de quemaduras (esta información corresponde a la información recogida en entrevistas mantenidas en Abra Pampa) y como planta tintórea. En otros lugares de la Argentina se usa para tratar úlceras y dolores de la piel (Feresin y otros, 2003).

Especie Tintórea: «Lampaso», nativa  
 Nombre científico: *Lampaya castellani*  
 Parte usada: aérea

En la Zona 1 de recolección el lampaso representa la segunda especie en abundancia y está acompañada por las plantas denominadas por los lugareños como tola vaca, y rica-rica. En cambio en la zona 2 crecen otras especies llamadas por los lugareños como «espina amarilla, el garbanzo y la suriyanta».

Color obtenido en la fibra: Tonos marrones a cobres (usando alumbre o NaCl como mordiente y fijador respectivamente y según estado de madurez de las partes usadas), se encuentra además que el alumbre intensifica el color obtenido en la fibra.

Resultado a pruebas cualitativas de resisten-

cia del teñido: Se observa similares resultados con alumbre o NaCl.

Exposición solar (UV cercano-Vis): resistente.

Lavado con jabón neutro con agua clorada: resistente

Lavado con jabón en polvo comercial con agua clorada: resistente.

Se considera que contribuyen a la resistencia los taninos que contiene la planta (*Xerófila*) y que el NaCl favorece la fijación.

Usos tradicionales en la zona: En infusiones que calman dolores hepáticos y como planta tintórea (corresponde a la información recogida en entrevistas mantenidas en Abra Pampa).

Existen otras especies espontáneas que crecen en la Quebrada de Humahuaca que se usan como tintóreas y son citadas por este uso entre otros: Molle (*Schinus areira*) (Bernal y otros, 1989); frutos del localmente denominado Churqui; cabe destacar que varias especies son reconocidas con este nombre común (*Acacia caven*, *Mimosa farinosa*, *Acacia altramantaria*, entre otras), (Marzocca, A., 1993).

#### Teñido Artesanal

En la Figura 6 se muestran las principales etapas del teñido de las fibras de oveja y llama, que se practica en la cooperativa y se señalan las variables críticas (vc) detectadas.

Aportes realizados *in situ* para el mejoramiento de la producción artesanal de la Cooperativa PUNHA:

Se hicieron una serie de aportes *in situ* respecto a las metodologías empleadas a saber:

.. Cosecha de plantas nativas: se sugirió que las mismas sean realizadas siempre en la misma

época, y se contemple la posibilidad del cultivo de las mismas, de acuerdo a las necesidades.

“ Secado del material vegetal: No hay un único procedimiento de secado, difieren fundamentalmente en que sean en presencia o ausencia de la luz solar lo cual puede influir en la transformación de compuestos, potenciando o disminuyendo el color resultante del teñido, se sugiere registrar el tipo de tratamiento previo del material a extraer a efectos de efectuar posteriores correlaciones con el color y su estabilidad.

“ Manipulación segura del mordiente más usado, alumbre: Se concientizó a las artesanas del riesgo sobre la salud si se manipulaba esta sal sin los elementos de protección personal adecuada, en consecuencia han empezado a usar barbijos y guantes, para disminuir la exposición de manos y boca al polvo producido por esta sal en el proceso de trituración.

“ Extracción del colorante en condiciones menos severas y con mejor rendimiento: La extracción se realiza sobre fuego directo, lo cual contribuye a la desnaturalización de la sustancia colorante. Se sugirió hacerla en un baño de arena, disminuyendo así la desnaturalización del colorante y aumentando el rendimiento de la extracción.

“ Humedad adecuada de la lana al momento del teñido: Para que la calidad y la coloración de la fibra mejore, se sugirió que se moje las madejas de hilos a teñir antes de introducirla en el tinte caliente.

El agua moja la lana y a medida que la temperatura aumenta, aumenta también la turgencia o hinchamiento de la lana (Riquelme Sánchez, M., 1947), esto favorece la introducción de la sustancia colorante y del mordiente al interior de la molécula proteica de la lana. Cuando la fibra se la somete directamente a un baño caliente, tiende a apelmazarse y la coloración es poco eficiente.

“ Temperatura del teñido en caliente: Debido a que las fibras pueden sufrir algunos cambios irreversibles si la temperatura se eleva bruscamente y a que el colorante es también sensible a temperaturas altas, se sugiere un control de la homogeneidad de temperatura durante el tiempo que dure el teñido en caliente, además del tiempo

“ Tratamiento de los tintes residuales: Es necesario realizar una evaluación completa del destino de los tintes residuales, de su influencia en el medio ambiente y de su eventual tratamiento, minimizar efectos nocivos (de ser detectados).

“ Documentación adecuada: Para contribuir al mejoramiento integral del proceso de teñido, es necesario recabar sistemáticamente los datos de los teñidos que se van realizando y de la forma más conveniente para los usuarios, así, se sugirió un cambio de las planillas que estaban usando.

## CONCLUSIONES

Se logró obtener una descripción preliminar y general de fortalezas y debilidades de las distintas etapas del proceso del teñido artesanal con colorantes naturales que se practica en un emprendimiento de la Provincia de Jujuy, lo cual nos permitió iniciar acciones que se orientan a contribuir a la valorización de los recursos naturales vegetales de la región con un enfoque preservacionista, promoviendo su desarrollo sustentable.

## Agradecimientos

A la Cooperativa PUNHA, a socios y comisión directiva del año 2003, muy especialmente a las mujeres del «Taller de Teñido».

## BIBLIOGRAFÍA

Bernal H.Y., Q. Correa, E. Jaime 1989. Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello, Tomo II, SECAB, Bogotá: 172-175.

Cabrera, A.L..1983. Flora de la Provincia de Jujuy. Bs. As. (INTA): 10-13

Feresin, G. E., A. Tapia, A. Giménez, R. Gutiérrez, S. Zacchino, M. Sortino, G. Schmeda-Hirschmann. 2003. Constituents of the Argentinian medicinal plant *Baccharis grisebachii*. and their antimicrobial activity. J. of Ethnopharmacology. 89:73–80.

Lock Sing de Ugaz, O. 1997. Colorantes Naturales, Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. 1(15): 95-106.

Marzocca, A.1993. Index de Plantas colorantes Tintóreas y Curtientes, Serie de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Estilos gráficos SA. Bs. As.: 18-255.

Riquelme Sánchez, M. 1947. Química aplicada a la Industria Textil, Tomo III: Tintura de fibras textiles, Editor Manuel Marín, Barcelona: 156-445.

<http://www.warmi.com.ar>

## CORRELACION ENTRE EL CRECIMIENTO DE LA AFATA Y LAS PRECIPITACIONES EN EL NOROESTE ARGENTINO

### TREE GROWTH AND RAINFALL MEASUREMENTS CORRELATION OF AFATA IN THE NORTHWEST OF ARGENTINA

Calzon, M. E. y A. M. Giménez<sup>1</sup>

#### RESUMEN

La afata (*Cordia trichotoma*) originaria de América del sur, tropical y subtropical. En Argentina se encuentra en la selva misionera y en la selva tucumano-oranense de Salta y Jujuy. El área de estudio corresponde a la zona de Acambuco, cercano a la localidad de Piquirenda de la Provincia de Salta, Argentina.

El clima es cálido y húmedo con una precipitación anual de 1070 mm anuales. Posee un período húmedo con precipitaciones superiores a los 90 mm mensuales y un período seco de mayo a octubre.

El objetivo del presente trabajo es validar la existencia de anillos y correlacionar el crecimiento anual de esta especie con variables climáticas.

El estudio de anillos de crecimiento se realizó sobre secciones transversales tomadas a la base del árbol. Se realizaron correlaciones entre los incrementos corrientes con el registro de precipitaciones de Piquirenda. El análisis se realizó a través del Coeficiente de Pearson para una probabilidad del 0.05 desde 1941 a 1990. Esta metodología ha sido utilizada para constatar la naturaleza anual de los anillos de crecimiento medidos. La correlación obtuvo un  $R=0.7017$  por lo que existe una fuerte correlación entre las precipitaciones y los anchos de anillos para esta especie y permite constatar la naturaleza anual de los anillos estudiados.

**Palabras clave:** *Cordia trichotoma* – Yungas – Selva - Anillos de crecimiento – Manejo de Bosques – Ecología Forestal – Dendrología – Xilología – Noroeste Argentino

#### SUMMARY

The afata (*Cordia trichotoma*) tree is original from South America. In Argentina it is found in the Misiones' jungle and the tucumano-oranense jungle of Salta and Jujuy. The study area is in Acambuco, near Piquirenda, Salta province of Argentina.

The climate is hot and wet with 1070 mm rainfall. Wet period greater 90 mm and a dry period from may to october.

The objective was to give validity the tree rings correlated growth with climatic value.

The study of annual rings was in the cross-sections. The relationship between wide tree rings and rainfall measurements at Piquirenda. The Pearson coefficient ( $P=0.05$ ) since 1941 to 1990. This methodology has been used to determine tree rings annual nature. The Pearson Coeficient was  $R=0.7017$ .

**Key words:** *Cordia trichotoma* – Yungas – Jungle – Tree rings – Forest Management – Forest Ecology – Dendrology – Xilology – Northwest of Argentina

## INTRODUCCIÓN

La dinámica de los bosques tropicales ha sido y es muy estudiada por investigadores de diversos lugares del mundo (Bongers y otros, 1988; Brokaw N., 1985; Córdova B., 1985; Álvarez Buylla, E., 1994; Martínez Ramos y Álvarez Buylla, 1995; Olmsted, I., 1995; Stahle y otros, 1999; Worbes y otros, 2003); sin embargo para establecer modelos y lograr proyecciones en nuestros bosques tropicales existen pocos datos básicos.

De acuerdo a Stahle y otros (1999), la ausencia de anillos de crecimiento claramente identificables hace complicada la derivación de funciones de crecimiento para muchas especies de los trópicos. Sin embargo la marcada estacionalidad de las precipitaciones en muchos climas tropicales induce ritmos anuales en la fisiología de muchas especies tropicales. Muchas regiones tropicales son caracterizadas por inter e intra variaciones climáticas anuales lo que puede inducir crecimientos periódicos en los árboles. Se han encontrado anillos anuales de crecimiento en especies tropicales que tienen una estación seca de 2 a 3 meses con menos de 60 mm mensuales de precipitación (Worbes, M., 1995).

La afata es una especie de gran interés forestal originaria de América del sur, tropical y subtropical, se encuentra en dos provincias fitogeográficas de Argentina, en la selva misionera en Misiones y norte de Corrientes y en la selva tucumano oranense de Salta y Jujuy (Dimitri, M., 1997). Es un árbol de hasta 25 m de altura y 80 cm de diámetro en el tronco. Su fuste es excelente, recto y largo.

En el noroeste argentino ocupa el distrito oranense de las yungas o selva tucumano-boliviana con la forma pubérula conocida como afata, afata grande o afata blanca de menor calidad maderera (Legname, P., 1982; Dimitri, M., 1997a).

La afata (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud) es una angiosperma que pertenece a la familia *Boraginaceae*. El objetivo del presente trabajo es validar la existencia de anillos y correlacionar el crecimiento anual de esta especie con variables climáticas.

## MATERIALES Y METODOS

El sitio de recolección de muestras corresponde a la zona de Acambuco, cerca de la localidad de Piquirenda (22°21'S y 63°47'W) sobre un amplio sector de selva montana y pedemontana.

El clima es cálido y húmedo con una precipitación media de 1070 mm anuales (Bianchi y Yañez, 1992). Posee un período húmedo con precipitaciones superiores a los 90 mm mensuales que va de noviembre a abril donde precipita el 91 % del total anual y un período

seco de mayo a octubre con menos de 50 mm mensuales.

Siguiendo la clasificación de Brienen y Zuidema (2005) y de acuerdo a las características fenológicas observadas por Digilio y Legname (1966), *Cordia trichotoma* es una especie decidua obligada y aparece sin hojas por períodos de varias semanas a meses durante el año, pierde sus hojas en julio y producen nuevas hojas en octubre a noviembre. La afata florece en invierno, de mayo a julio y fructifica de julio a Agosto (Legname, P., 1982).

Se seleccionaron 15 árboles a partir del diámetro mínimo de corta, (Decreto 15.742) 40 cm para afata siguiendo a Perpiñal, E. (1993) y Stahle y otros (1999).

El estudio de anillos de crecimiento se realizó en las secciones transversales tomadas a la base del árbol (Perpiñal y otros, 1995; Stahle y otros, 1999; Worbes y otros, 2003; Brienen y Zuidema, 2005; Roig y otros, 2005).

De acuerdo a los análisis de crecimiento realizados por Gimenez, A., (1998) un tamaño de  $n = 10$  por especie es suficiente para captar la variabilidad de los anillos observados. Las estimaciones del crecimiento promedio anual se realizaron por intervalos de confianza estableciendo un error del 5% para las mismas (Cochram, W., 1980).

La identificación y el recuento del número de anillos de crecimiento se realizó mediante conteo, fechado y medición de anillos con una sensibilidad de 0.01mm sobre dos diámetros perpendiculares utilizando una lupa binocular, siguiendo la metodología recomendada por Stokes y Smiley (1968). El fechado se realizó considerando que el último anillo formado corresponde al verano del año en que fueron colectadas las muestras, es decir al año 2000 (Calzon y otros, 2007).

Se realizaron correlaciones entre los incrementos corrientes con el registro de precipitaciones de Piquirenda. El análisis se realizó a través del Coeficiente de Pearson para una probabilidad del 0.05 desde 1941 a 1990 de acuerdo a los registros de incremento. Esta metodología ha sido utilizada para constatar la naturaleza anual de los anillos de crecimiento medidos (Stahle y otros, 1999; Brienen y Zuidema, 2005, Couralet y otros, 2005).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La correlación entre los anchos de los anillos de crecimiento de la afata con las precipitaciones medias anuales de Piquirenda desde el año 1941 a 1990 obtuvo un  $R=0.7017$  lo que significa que existe una fuerte correlación entre las precipitaciones y los anchos de anillos para esta especie también y es una prueba de la naturaleza anual de los anillos estudiados. (Figura N°1).



Se agruparon las precipitaciones medias de los meses de marzo a mayo que presentaron una mayor correlación con los anchos de las bandas de crecimiento de la afata  $R= 0.789$  (Tabla N°1).

	Trimestres de precipitación considerados			
Especie	DEF	MAM	JJASO	N
Afata	-0.1205702	0.78965	-0.48929944	0.2145

Tabla N°1: Coeficientes de correlación entre los incrementos corrientes de afata y distintas épocas de precipitación

Esta época coincide con el período en que cesan las precipitaciones. De acuerdo a las características fenológicas de la afata coincide con la época previa a la floración y posterior a la producción de nuevas hojas. La correlación entre el incremento corriente de afata y las precipitaciones de marzo, abril y mayo de Piquirenda se presentan en la Figura N°1.

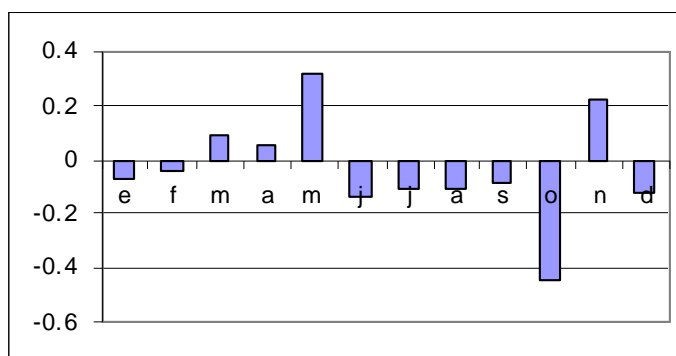


Figura N° 1: Coeficientes de correlación entre el incremento corriente de Afata y la precipitación media mensual de Piquirenda.

En la mayoría de las áreas boscosas no sujetas a inundaciones, la formación de anillos de crecimiento es inducida por la ocurrencia de una estación seca anual que tiene una duración de varios meses (Worbes y otros, 2003).

Durante la estación seca, debido al déficit de agua, ciertas especies de árboles muestran con frecuencia un crecimiento en diámetro reducido o una dormancia del tejido cambial, lo que resulta en la formación de un tejido distintivo visible como un anillo de crecimiento (Worbes, M., 1995). Muchas de las especies que forman anillos son deciduas o cambian sus hojas durante el periodo seco (Worbes, M., 1995; Brienen y Zuidema, 2005).

Algunos autores basados en el análisis de anillos de crecimiento han realizado correlaciones entre el crecimiento y las precipitaciones, Coulalet y otros (2005), para *Juniperus procera* en Etiopía analizaron un periodo de 100 años obteniendo un  $r = 0,55$  y determinaron que esta especie forma anillos anuales de cre-

cimiento en respuesta a los cambios estacionales de precipitación. Stahle y otros (1999), correlacionaron las precipitaciones medias mensuales con el crecimiento en *Pterocarpus angolensis* que es una especie decidua y la fenología de esta especie está sincronizada con la estacionalidad de las precipitaciones. Estos autores encontraron que los anchos de los anillos de crecimiento tuvieron una alta correlación con las precipitaciones ( $r=0,55$ ) para un periodo de 90 años.

Las correlaciones realizadas en este trabajo permitieron comparar un período de precipitaciones de 50 años y se obtuvieron coeficientes de correlación más altos. La afata con  $r = 0,70$  lo que pone de relevancia una mayor dependencia entre el crecimiento de los árboles y las precipitaciones en ambientes subtropicales.

Brienen y Zuidema (2005), mostraron que en las regiones tropicales a menudo la estacionalidad induce la dormición cambial en los árboles especialmente en las especies deciduas. Determinaron especies arbóreas que forman anillos anuales de crecimiento y

mostraron la influencia de la distribución estacional de las precipitaciones con el crecimiento en diámetro en la región del amazonas de Bolivia. Estudiaron seis especies del bosque lluvioso que mostraron una relación positiva entre el crecimiento y las precipitaciones en ciertos períodos del año. Las especies mostraron una fuerte relación con el comienzo de la estación lluviosa.

En el presente trabajo se correlacionó el crecimiento con las precipitaciones logrando correlaciones por períodos mensuales que se relacionan con la fenología de la especie y ha permitido constatar la naturaleza anual de los anillos medidos.

La afata presentó correlación con los meses de marzo a mayo ( $R=0.789$ ), cuando finalizan las precipitaciones y previo a la floración. Estas correlaciones muestran que hay una estrecha relación entre la formación de anillos y las precipitaciones, lo que indica que los anillos se forman anualmente.

### CONCLUSIONES

Las correlaciones realizadas en el presente trabajo permitieron comparar un período de precipitaciones de 50 años. La afata con  $r = 0,70$  pone de relevancia una mayor dependencia entre el crecimiento de los árboles y las precipitaciones en ambientes subtropicales relacionado con otros estudios similares realizados con otras especies. Esto ha permitido constatar la naturaleza anual de los anillos medidos.

La identificación de anillos anuales en afata, de la selva de las Yungas tiene importantes implicaciones para la ecología y manejo de esta valiosa especie. Los anillos anuales de crecimiento proveen de bases para la determinación de la edad de los árboles y el crecimiento promedio de la especie.

### Agradecimientos

Las autoras desean manifestar su agradecimiento al Consejo de Investigación de La Universidad Nacional de Salta y al Laboratorio de Maderas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.

### BIBLIOGRAFÍA

Alvarez Buylla, E. 1994. Density dependence and patch dynamics in tropical rain forest: matrix models and applications to a tree species. *American Naturalist* 143:155-191.

Bianchi, A y C. Yañez. 1992. Las precipitaciones del NOA. INTA. Salta. 500 pp.

Bongers, F; J. Popma; J. Meave y J. Carabias. 1988. Response of *Cordia megalantha* Blake. Seedlings to gap environments in tropical rain forest. *Functional*

*Ecology* 2:379-390.

Brienen, R.J.W y P. Zuidema. 2005. Relating tree growth to rainfall in Bolivian Rain Forest: a test for six species using tree ring analysis. *Oecologia* 146:1-12.

Brokaw, N.V.L. 1985. Treefalls, regrowth and community structure in tropical forest. *Journal of Ecology* 75:9-19.

Calzon, M. E., A.E. Ortín, y A. M. Giménez. 2007. Los anillos de crecimiento de la afata (*Cordia trichotoma* (Vell) Johnst. como herramienta para el manejo sustentable de las yungas. IBEROMADERA 2007. III Congreso Iberoamericano de Productos forestales madereros y no madereros. Resumen en Actas. A:59. ISSN: 1851-0965. Full Text IN: IBEROMADERA 2007. Disco Compacto. ISSN: 1851-0973. 10 pp.

Cochram, W.G. 1980. Técnicas de Muestreo. Cía Editorial Continental. S.A. México.

Córdova, B. 1985. Demografía de árboles tropicales. En: Investigaciones sobre la regeneración de selvas en Veracruz. 2:103-128. Alhambra. México.

Couralet, C., U.Sass-Klaassen, F. Sterk, T. Bekele y P. Zuidema. 2005. Combining dendrochronology and matrix modeling in demographic studies: An evaluation for *Juniperus procera* in Ethiopia. *Forest Ecology and Management* 216 (205)317-330.

Digilio, A. y P. Legname. 1966. Árboles indígenas de Tucumán. Opera Lilloana 15. Tucumán.

Dimitri, M. J. 1997. El nuevo libro del árbol: Especies forestales de la argentina occidental. Milan Jorge Dimitri, Rosario F. Julio Leonardi y José Santos Biloni. 2da. Edición. Buenos Aires. El Ateneo. Tomo I.

Gimenez A.M. 1998. Anatomía de maderas. Universidad Nacional de de Santiago del Estero. Santiago del Estero. 70 pp.

Legname, P. 1982. Árboles del Noroeste Argentino. Lilloa 35. Tucumán.

Martínez Ramos, M y E. Álvarez Buylla. 1995. Ecología de las poblaciones de plantas en una selva húmeda de México. *Bol. Soc. Bot. México* 56 (121-153).

Olmsted, I. 1995. Sustainable harvesting of tropical trees: demography and matrix models of two palm species in Mexico. *Ecological Applications* 5:484-500.

Perpiñal, E. 1993. Crecimiento de *Prosopis flexuosa* en montes naturales del chaco árido, modelización sobre series temporales de anchos de anillos de crecimiento. VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales Nativos. Uso, manejo y conservación. Actas 1. El Dorado. Misiones.

Perpiñal, E; M. Balzarini, M. Catalán, L. Pietrarelli y U. Karlin. 1995. Edad de culminación del crecimiento en *Prosopis flexuosa* D.C. en el Chaco Árido Argentino. Investigación Agraria. Sistemas y recursos forestales. 4(1): 45-55. Madrid. España.

Roig, F.A., J.J. Osorio, J. Villanueva Díaz, B. Luckman, H. Tiessen, A. Medina, y E.J. Noellemeyer. 2005. Anatomy of growth rings at de Yucatán Peninsula. *Dendrochronologia* 22:187-193.

Stahle, D.W; P.T. Mushove, M.K. Cleaveland, F. Roig y G.A. Haynes. 1999. Management implications of annual growth rings in *Pterocarpus angolensis* from Zimbabwe. *Forest Ecology and Management* 124(199)217-229.

Stokes, M.A. y T.L. Smiley. 1968. An Introduction To Tree Ring Dating. University of Chicago Press. Chicago. 1-321.

Worbes, M. 1995. How to measure growth dynamics in tropical trees. *IAWA*. 16: 337-351.

Worbes, M; R. Staschel, A. Roloff y W.J. Junk. 2003. Tree ring analysis reveals age structure, dynamics and wood production of a natural forest stand in Cameroon. *Forest Ecology and Management* 173:105-123.



## LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO DEL ROBLE CRIOLLO COMO HERRAMIENTA PARA UN MANEJO SUSTENTABLE DE LOS BOSQUES DE LAS YUNGAS

### THE RING OF GROWTH OF THE ROBLE CRIOLLO AS TOOL FOR A SUSTAINABLE MANAGEMENT OF THE FORESTS OF THE YUNGAS

Calzon, M. E. y A. M. Giménez<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El roble criollo es un importante recurso forestal de las selvas de montaña del noroeste argentino y se encuentra en franca reducción poblacional debido a la intensa explotación de la que ha sido objeto por el valor de su madera. La legislación vigente en la provincia de Salta prohíbe cortar robles de menos de 60 cm de DAP.

En el presente trabajo se ha determinado el crecimiento anual de esta especie a través del análisis de sus anillos de crecimiento. Se trabajó con rodajas tomadas a 1,30 m del suelo (DAP, diámetro a la altura del pecho) proveniente de la localidad de Urundel y muestras de barrenos tomadas a 1,30 m del suelo, de la localidad de Acambuco (Salta).

Las muestras se acondicionaron mediante lijado hasta quedar pulidas. Se realizó la identificación de los anillos macroscópicamente y microscópicamente. En ambos casos se realizaron observaciones con y sin aplicación de métodos de tinción.

Se realizó la medición de anillos con aproximación a 0,01 mm sobre diámetros perpendiculares en las rodajas y sobre el diámetro de las muestras de barrenos. Se calcularon el incremento corriente, acumulado y medio anual.

En las rodajas, se observó el mayor crecimiento entre los 43-44 años con un diámetro estimado de 40.45-41.27 cm; y con un IMA (Incremento Medio Anual) entre 0.940-0.938 cm. El crecimiento comienza a decrecer luego de los 45 años. En los barrenos el IMA fue de 8,79 mm/anales.

**Palabras clave:** Roble criollo – *Amburana cearensis* – Anillos de Crecimiento – Dendrometría – Yungas - Manejo Sustentable de Bosques -

#### SUMMARY

The Roble criollo (*Amburana cearensis*) tree is original from South America. In Argentina it is from the tucumano-oranense jungle of Salta and Jujuy. The study area is in Acambuco. This specie was protected in law under 60 cm DAP in Salta.

The present study was determined the annual increment of *Amburana cearensis* across to the annual tree rings.

The study of annual rings was in the cross-sections was determined with a accuracy of 0,01 mm in perpendicular diameters and one diameter in the increments borer samples. Was calculated annual increment rate of *Amburana cearensis* in Acambuco (Salta).

In the cross sections was observed greater increment between 43-44 years with estimated diameter of 40.45-41.27 cm and annual average between 0.940-0.938 cm. in the cross sections and 8,79 mm in the increments borer samples.

**Key words:** *Amburana cearensis* – Yungas – Jungle – Tree rings – Forest Management – Forest Ecology – Dendrology – Xilology - Northwestern Argentina

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Buenos Aires 177 (CP.4400). Salta. Argentina. [mcalzon@natura.unsa.edu.ar](mailto:mcalzon@natura.unsa.edu.ar)

## INTRODUCCIÓN

La especie *Amburana cearensis* (Fr. Allem) Smith, conocida vulgarmente como soriooco, roble, tumi, roble salteño, roble criollo y comercialmente como trébol, palo trébol, amburana o roble del país (Franklin, T., 1952; Viscarra Altamirano y Lara Rico, 1992) es una especie arbórea neotrópica de la familia Fabácea, subfamilia Papilionoidea, con una amplia distribución geográfica (Dimitri, M., 1997).

No parece haber sido una especie muy abundante, pero su densidad poblacional actual es muy baja (1 a 2 ind/ha). La continua extracción de rollizos y el reemplazo del bosque por cultivos en zonas de escasa pendiente redujeron su distribución local a terrenos de relieve más o menos quebrados del área pedemontana (Ayarde, H.L., 1995).

Debido a su retracción poblacional en Salta rige la prohibición de corta por debajo de los 60 cm de DAP<sup>1</sup> (Decreto 15.742/1960) y en Jujuy esta actividad está vedada desde 1972 (Villanueva, R., 1981).

No existen estudios básicos que contemplen propuestas para el manejo de esta especie de alto valor forestal de las Yungas en Argentina. La legislación establecida de diámetros mínimos no se ajusta al análisis del crecimiento, por lo que se considera de gran importancia la realización de estudios dendrométricos con roble criollo para la determinación de su crecimiento. Esta información permite establecer pautas para el manejo sustentable de los bosques de esta especie en la región del Noroeste Argentino.

En trabajos realizados en Argentina, el roble criollo ha sido descrito como poseedor de una madera que no presenta anillos de crecimiento o que no son visibles y que presenta porosidad difusa. El estudio se basó en el análisis de dos muestras: N° 37.465 - Orán y N° 52.745 - Urundel (Cozzo, D., 1950 y 1972). Esto es corroborado en otro trabajo posterior que no proporciona información del número y procedencia del material analizado (Cristiani, L.Q., 1978).

En trabajos realizados en América sobre *Amburana cearensis*; se describe la madera; pero no se menciona la presencia de anillos y tampoco la procedencia del material estudiado (Chudunoff, M., 1984). Uno más actualizado, describe que la especie posee límites de anillos de crecimiento distintos, indistintos o ausentes. Este análisis se efectuó sobre seis muestras procedentes de Perú y Bolivia (Richter y Dallwitz, 2000).

Contar con la historia del crecimiento de los árboles de una o varias especies en un sitio determinado permite conocer el comportamiento de algunas variables ecológicas y brinda información de gran utilidad para el manejo racional del bosque y la conservación de los recursos naturales (Villalba, R., 1995).

Los mayores avances en este tema se han realizado en especies arbóreas de regiones templadas

y frías donde existe un marcado ritmo de crecimiento impuesto por la alternancia de una estación fría y otra cálida (Villalba y Bonisegna, 1989).

A través del conteo y medición de los anillos de crecimiento se puede determinar correctamente la velocidad de crecimiento de las especies arbóreas y dar pautas sobre sus posibles turnos de corta (Villalba, R., 1995).

El aporte de las pocas cronologías de anillos que han sido desarrolladas en las regiones subtropicales de América del Sur contribuyen significativamente a un mayor conocimiento de los sistemas climáticos y ecológicos de la región. Todos los estudios mencionados evidencian el gran potencial de estas técnicas para incrementar nuestro conocimiento sobre los recursos naturales de las selvas de Montaña y en consecuencia definir correctamente las pautas para su manejo y conservación (Villalba y Bonisegna, 1987; Roig, F., 1987; Villalba, R., 1995). La metodología dendrométrica es una herramienta de alta precisión, de muy buena aplicabilidad, sencilla y de bajo costo relativo que permite monitorear el estado actual del bosque y captar los cambios ocurridos en el tiempo dentro de la masa forestal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se extrajeron muestras de barreno en un rodal de roble, cerca de la localidad de Aguaray y rodajas de la finca Urundel en Urundel; provincia de Salta, Argentina.

Las muestras fueron lijadas con lijas de agua de grano N° 100 a 1500 dejando las superficies pulidas y se acondicionaron de acuerdo a la metodología propuesta en otros estudios dendrométricos (Stokes y Smiley, 1968; Fritts, H., 1976; Fritts y Swetnam, 1986; Singh, K.D., 1980; Stokes y Smiley, 1968).

En las muestras de barreno a partir del primer anillo central visualizado se procedió a macar anillos hacia cada radio.

Se realizaron cortes a mano libre utilizando las muestras de barreno.

Se aplicaron métodos de coloración para resaltar los anillos de crecimiento en función del mayor contenido de lignina presente en el leño tardío (otoño). Las soluciones utilizadas fueron floroglucina al 1% y Safranina (D'Ambrogio, A., 1986).

Se aplicó Floroglucina que actúa sobre el leño tardío (de otoño) que contiene mayor cantidad de lignina y se tiñe de rojo. Las bandas teñidas de rojo coinciden con la demarcación realizada en el examen macroscópico.

Se realizó una variante de la técnica con floroglucina denominada flameado. Se marcaron las bandas de leño tardío de color púrpura, coincidentes con lo mencionado anteriormente.

Se midieron los anchos de los anillos a lo largo de los radios con una aproximación de 0,01 mm. Los valores obtenidos de muestras de barreno y rodajas se volcaron en planillas separadas. Se calcularon los distintos incrementos para ambos tipos de muestras y se consignaron en planillas separadas. Se calcularon los incrementos correspondientes a las muestras para obtener el gráfico de turno biológico de corta.

El Incremento Corriente (IC) es el crecimiento diamétrico anual. En las tortas se tomó un promedio de cuatro valores de incremento en diámetros cruzados perpendicularmente y cada incremento en diámetro provino de la sumatoria de dos anchos radiales. En las muestras de barreno se calculó como la suma de dos valores de anchos radiales. Todos a partir del último anillo formado, es decir desde el último año de vida de la muestra. Se promediaron los incrementos corrientes de 15 rodajas analizadas y de 12 muestras de barreno.

El Incremento Acumulado (IA) es la sumatoria de los IC de año en año.

El Incremento Medio Anual (IMA) es el Incremento Acumulado dividido el número de anillos contados. Representa el promedio de todas las mediciones realizadas en cada tipo de muestras. Se realizaron pruebas de contraste de medias y varianzas con los valores promedio de incrementos obtenidos en las tortas durante sus primeros 28 años con los de las muestras de barreno.

## RESULTADOS

Se observó a simple vista o con lente de mano el leño de porosidad difusa, con vasos distribuidos irregularmente. La especie presenta parénquima leñoso paratraqueal aliforme y confluyente en bandas anchas. Puede tener de 4 a 12 células de espesor, muy abundante. Sus células son de sección cuadrada o hexagonal (Tortorelli, L.A., 1956 y Cristiani, L.Q., 1972). También es visible con lente de mano (Figura 1).

No se distingue claramente el leño temprano del leño tardío, sólo algunos vasos más pequeños en líneas finas que finalizan en una banda oscura con ausencia de poros. Esta banda es fina, por lo que a simple vista el pasaje de un anillo a otro parece ser de un sector de poros grandes a otro similar; sólo separado por una angosta banda oscura (Figura 2).

En las tortas se trazaron cuatro radios en cada una y se marcaron los anillos en función de la banda oscura visible a simple vista o con lente de mano.

En los cortes sin colorear se observó que hacia el final de la estación de crecimiento los poros se agrupan en una banda. El parénquima aliforme se vuelve confluyente. A continuación se visualiza una zona de fibras de paredes gruesas. Luego aparecen poros solitarios con parénquima aliforme distribuidos irregularmente.

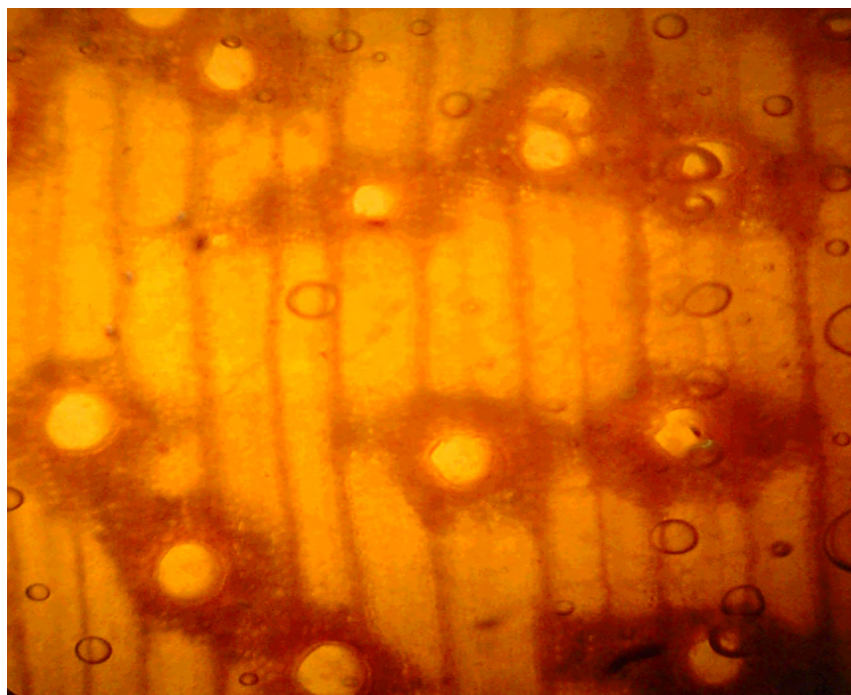


Figura 1: *Amburana cearensis*: Parénquima Leñoso Axial Aliforme. El parénquima vasicéntrico se extiende lateralmente en forma de alas.

<sup>1</sup>Diámetro a la altura del pecho. Se toma por convención a 1,30 m del suelo.

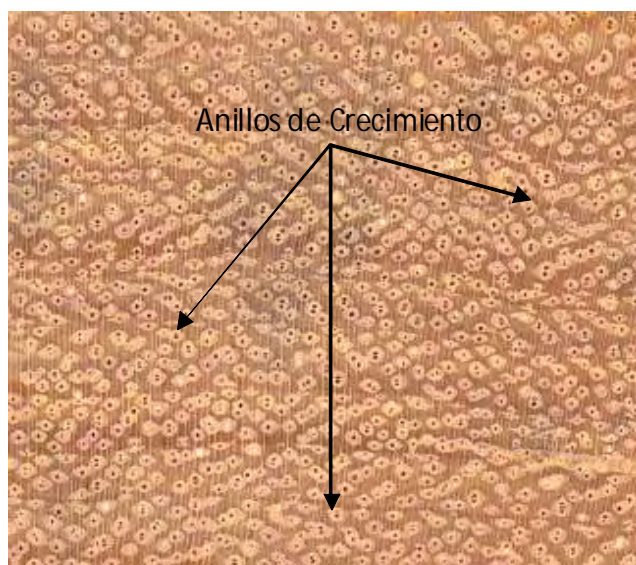


Figura 2: *Amburana cearensis*: Observación de anillos de crecimiento en corte transversal.

En cortes coloreados con safranina se observa bajo el microscopio que la zona de fibras se tiñe de color púrpura y el parénquima aliforme de color rosado. Se observa la banda de parénquima aliforme confluyente de color rosado hacia el final del anillo.

Se realizó un análisis estadístico de los valores promedio de incrementos obtenidos en las tortas durante sus primeros 28 años con los de las muestras de barreno (Tabla N° 1).

Muestras	Tortas	Barreno
n	15	12
Media	0,84678571	0,901
Error típico	0,03847731	0,03010976
Mediana	0,8	0,859
Moda	0,76	0,724
Desviación estándar	0,2036028	0,15932589
Varianza de la muestra	0,0414541	0,02538474
Mínimo	0,56	0,688
Máximo	1,345	1,252
Nivel de confianza(95,0%)	0,07894887	0,06178009

Tabla N° 1: Análisis estadístico descriptivo de los diámetros obtenidos durante los primeros 28 años de edad de las muestras de *Amburana cearensis*.

Se comparó el crecimiento diamétrico promedio de las tortas durante sus primeros 28 años, con los de barreno para analizar el crecimiento en ambos tipos de muestras que provienen de sitios diferentes. Se realizó una prueba de *F de Fisher* (Cochram, W.G., 1980); para contrastar las varianzas (Tabla N° 2).



Prueba F para varianzas de dos muestras		
	tortas	barreno
Media	0,84678571	0,901
Varianza	0,0414541	0,02538474
Observaciones	28	28
Grados de libertad	27	27
F (0.05)	1,63303226	
P(F<=f) una cola	0,10450859	
Valor crítico para F (una cola)	1,90482297	

Tabla N° 2: Contraste de varianzas de las muestras analizadas de *Amburana cearensis*.

Se puede afirmar que con un 95 % de confianza que las varianzas de ambos tipos de muestras son iguales para el período de tiempo analizado. Las varianzas son diferentes al 99 %, esto se puede atribuir a la variación que existe en el crecimiento por variables climáticas y de sitio.

Se realizó una prueba de t – Student para comparar las medias de ambos tipos de muestras encontrando los siguientes valores críticos (Tabla N° 3).

Estadístico t- Student	Estadístico Calculado	Resultado	Nivel de Confianza
$t_{(0.05, 27 d)} = 2,052$	1,1281	No existen diferencias	Significativo
$t_{(0.01, 27 d)} = 2,771$			Altamente significativo

Tabla N °3: Contraste de medias de las muestras analizadas de *Amburana cearensis*.

Se puede afirmar que con un 99 % de confianza no existen evidencias estadísticas suficientes para suponer que las medias sean diferentes.

Los crecimientos son homogéneos en ambos tipos de muestras para el periodo de tiempo analizado.

El crecimiento medio anual calculado para las muestras de barreno fue de 0.8799 (d=0.1274; n=12) alcanzando en 28 años un diámetro promedio de 24,638cm.

La Figura 3 muestra las curvas de incremento corriente (IC) y de incremento medio anual (IMA) para determinar el turno biológico de corta. Este corresponde al momento en el cual el árbol alcanza el máximo incremento medio anual y a partir de este punto el árbol crece en diámetro cada año con valores menores.

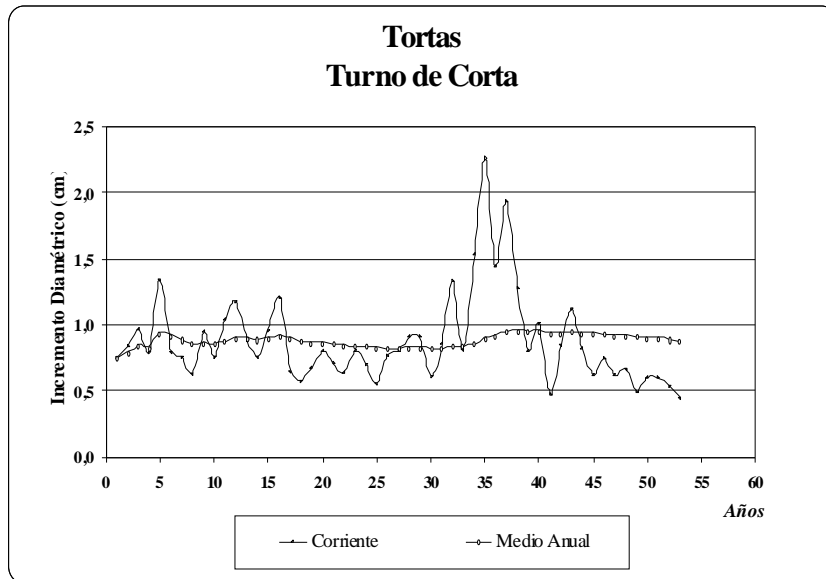


Figura 3: Turno de corta del Roble criollo.

El crecimiento comienza con valores inferiores a la media 0.75 cm, luego fluctúa, produciendo el mayor pico alrededor de 2,2 cm en el anillo 35, se produce un nuevo descenso hasta 0,5 cm en el anillo 41 y llega a un último pico en el anillo 43-44 con 1,1-0,8 cm. Este es el punto de inflexión de la curva que da el turno biológico de corta.

El roble alcanzó su mayor crecimiento entre los 43-44 años con un diámetro estimado de 40.45-41.27 cm; y con un IMA entre 0.940-0.938 cm.

En el roble el crecimiento comienza a decrecer luego de los 45 años, alcanzando un diámetro promedio de 46.60 cm a los 53 años de edad y un IMA de 0,8970 ( $d=0.2472$ ,  $n=15$ ). Se calculó la tasa de pasaje entre clases diamétricas (Tabla N° 4).

Diám. (cm)	Edad (años)	Tiempo de pasaje (años)	n
10	10	10	10
20	23	13	10
30	34	11	10
40	42	8	3
50	+53	+11	3

Tabla N° 4: Tabla de vida para las muestras analizadas.

## CONCLUSIONES

Se determinó que es posible fechar la madera de roble y medir los crecimientos mediante la lectura de anillos de crecimiento.

Se determinó el turno biológico de corta de 45 años sobre consideraciones biológicas acerca del crecimiento; pero es necesario realizar otras consideraciones tecnológicas que serán estudiadas futuros trabajos.

El crecimiento medio anual IMA calculado (de 0,887); permite establecer pautas silvícolas y elaborar

planes de manejo sustentable para *Amburana cearensis* en las Yungas de la provincia de Salta.

El crecimiento determinado convierte a *Amburana cearensis* en una especie interesante para ser utilizada en forestaciones y enriquecimiento de bosques debido al elevado valor comercial de su madera.

En plantaciones forestales se podría manejar la especie, basándose en un diámetro de 42 cm que se lograría a los 45 años de edad; según las proyecciones realizadas.

La legislación vigente en la provincia de Salta, establece un DMC (Diámetro Mínimo de corta) para el

roble de 60 cm; esto resulta una medida que no tiene un fundamento técnico basado en el crecimiento de la especie (Decreto 15.742/1960).

Los resultados alcanzados permiten establecer pautas de manejo y conservación para esta especie, a la vez que aportan conocimiento para recomendar al roble como especie nativa muy interesante para plantaciones comerciales.

### BIBLIOGRAFÍA

Ayarde, H. R. 1995. El Roble Salteño. Revista Desarrollo Agroforestal y Comunidad Campesina. Año 4. N°17: 22-23.

Chudnoff, M. 1984. Tropical timbers of the world. USDA Forest Service. Hand book. N° 607. USA.

Cochram, W.G. 1980. Técnicas de Muestreo. Cía. Editorial Continental. S.A. México.

Cozzo, D. 1950. Anatomía de leño secundario de las leguminosas Papilionoideas Argentinas. Silvestres y cultivadas. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales B. Rivadavia. Sección Botánica (Bs.As.) 1(7): 223-361.

Cozzo, D. 1972. Árboles forestales, madera y silvicultura de la Argentina. Editorial ACME. SACI. Buenos Aires.

Cristiani, L.Q. 1978. Identificación de maderas comerciales argentinas. Revista del Instituto Municipal de Botánica. Bs. As. 4: 5-75

Cristiani, L.Q. 1972. Reconocimiento con pequeño aumento de las principales maderas comerciales de la Argentina. In Cozzo, D. Árboles forestales, maderas y silvicultura de la Argentina. Editorial ACME SACI. Buenos Aires. 156 pp.

D'Ambrogio, A. 1986. Manual de Técnicas en Histología Vegetal. Hemisferio Sur. Buenos Aires.

Dimitri, M. J. 1997. El nuevo libro del árbol: Especies forestales de la Argentina occidental. Milan Jorge Dimitri, Rosario F. Julio Leonardis y José Santos Biloni. 2da. Edición. Buenos Aires. El Ateneo. Tomo I.

Franklin, T. 1952. O cumarú das Caatingas. Arquivos do serviço Forestal. 6:1-124.

Fritts, H. 1976. Tree rings and climate. Academic Press. Inc. London. LTD. Gran Bretaña.

Fritts, H y T.W. Swetnam. 1986. Dendrochronology: A tool for evaluating variations in past and present forest environments. Laboratory of tree-ring research. University of Arizona. Tucson. Arizona. USA.

Richter, H.G. y M.J. Dallwitz. 2000. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification and information retrieval. In 0.45 Baixa. USA.

Roig, F. 1987. Principios y Aplicaciones de la Dendrocronología. Laboratorio de Dendrocronología. CRICYT. Serie Científica N° 31:23-30. Mendoza.

Singh, K.D. 1980. Técnicas de Inventario y Métodos de Medida para Determinar la Edad y Tasa de Crecimiento de Árboles Tropicales. Taller sobre la determinación de edad y tasa de crecimiento de árboles tropicales. F.H. Borman y G. Berlyn Editores. México.

Stokes, M.A. y T.L. Smiley. 1968. An Introduction To Tree Ring Dating. University of Chicago Press. Chicago. 1-321.

Tortorelli, L.A. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. ACME Agency. Buenos Aires. págs: 438-443. (910 pág.)

Villalba, R. 1995. Estudios dendrocronológicos en la selva subtropical de montaña, implicaciones para su conservación y desarrollo. En Investigación, conservación y desarrollo en selvas subtropicales de montaña. Proyecto de desarrollo agroforestal. LIEY. Tucumán.

Villalba, R. y J.A. Bonisegna. 1989. Aportes de la dendrocronología al manejo silvicultural de los bosques nativos I: La selva tucumano-oranense. Actas VI Congreso Forestal Argentino. Tomo 1: 105-109. Santiago del Estero.

Villanueva, R. 1981. Dirección de recursos naturales de la pcia. De Salta. Decreto 15.742. Gobierno de Salta. Argentina.

Viscarra Altamirano, S y R. Lara Rico. 1992. Maderas de Bolivia. Características y usos de 55 maderas tropicales. H.P. Editores. Santa Cruz. Bolivia. 291 pp.



## BIODIVERSIDAD DE FLORA Y FAUNA EN EL ECOSISTEMA DE UN ARROYO SERRANO

### BIODIVERSITY OF FLORA AND FAUNA IN THE ECOSYSTEM OF A SERRANO CREEK

Garaventa, S.<sup>1</sup>; Salas, L.<sup>2</sup>; Luna Mercado, L.<sup>4</sup>; Meyer, B.<sup>3</sup> y J. Luceros <sup>3</sup>

#### RESUMEN

El arroyo El Simbolar recorre un valle longitudinal intermontano tectónico con dirección Norte-Sur, perteneciente al sistema de las Sierras Pampeanas; con clima Árido de Sierras y Bolsones y vegetación marginal característica del distrito Chaco Serrano con elementos de Yungas. El objetivo de este trabajo fue determinar la diversidad biológica del ecosistema del arroyo caracterizando la vegetación marginal y la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y describir el ambiente físico. El ambiente físico se describió en base al análisis de cartas topográficas, imágenes satelitales y observación in situ. La vegetación marginal arbórea y arbustiva se relevó mediante transectas en faja, registrando presencia y frecuencia. Los macroinvertebrados bentónicos se colectaron con red «D» y «surber» de 0,09 m<sup>2</sup> y 300 µm de abertura de malla, fijados *in situ* con alcohol 96°, determinados hasta el taxa familia, calculando el valor del Índice BMW P' ajustado para el NOA. Se observó la presencia de un bosque nativo serrano, exuberante en la margen derecha y en los faldeos, más abierto, con estrato arbóreo y arbustivo de interés forestal y medicinal. Las especies dominantes fueron *Fagara coco*; *Acacia visco*; *Schinopsis haenkeana*, *Celtis tala*. Hacia los 990 m aparecen elementos de Yungas: *Podocarpus parlatorei*. Los macroinvertebrados bentónicos estuvieron representados por 9 órdenes y 21 familias de Insecta; Acari; Oligocheta y Gasteropoda. El valor del Índice BMW P' fue 145, Clase I: aguas muy limpias. El conjunto de características pone de manifiesto la ausencia de actividad antrópica modificadora, por lo que deberían tenerse en cuenta en futuros planes de gestión y conservación, tendientes a un desarrollo sustentable y sostenible.

**Palabras clave:** ecosistema fluvial- vegetación marginal- macroinvertebrados bentónicos

#### SUMMARY

El Simbolar water stream goes through a longitudinal inter-mountain tectonic valley with a North-South direction, pertaining to the system of the *Sierras Pampeanas*, with an arid climate of sierras and hollows and marginal vegetation characteristic of the *Chaco Serrano* district, with elements of *Yungas* (forests). The aim of this work was to determine the biological diversity extant in the stream's ecosystem, describing the marginal vegetation and the structure of the benthic macro-invertebrate community, as well as describing the physical environment. Physical environment is characterised based on the analysis of topographical charts, satellite images and *in situ* observation. Marginal tree and bush vegetation was surveyed with strip transects, registering presence and frequency. Benthic macro-invertebrates were collected

<sup>1</sup>Departamento Geografía- Facultad de Humanidades. <sup>2</sup>Diversidad Animal. <sup>3</sup>Diversidad Vegetal Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento Sanidad Vegetal- Facultad de Ciencias Agrarias<sup>4</sup>. Universidad Nacional de Catamarca. Avda. Belgrano 300. C.P. 4700. Catamarca. lbsalas@c.exactas.unca.edu.ar; sugaraventa@yahoo.com.ar

with a «D» net and 0.09 m<sup>2</sup>, 300 µm opening «surber» set in situ with 96° alcohol, up to family taxon was determined, calculating the value of the BMWP' index adjusted for NW Argentina. The presence of a native Serrano forest was observed, exuberating on the right margin and more open in the slopes, with tree and bush strata of forest and medicinal interest. Dominant species were *Fagara coco*; *Acacia visco*; *Schinopsis haenkeana*, *Celtis tala*. Near the 990 metres above sea level there appear *yunga* elements, *Podocarpus parlatorei*. Benthic macro-invertebrates were represented by 9 orders and 21 Insecta; Acari; Oligocheta and Gasteropoda families. The value of the BMWP' index was 145, Class I, very clear waters. These characteristics are manifested through the lack of anthropic modifying activity, that is why, in future management and preservation plans for a sustainable development this should be taken into account.

**Key words:** water stream ecosystem, marginal vegetation, benthic macro-invertebrates.

serranos del departamento Capayán (Catamarca, Rep. Argentina)». Se pretende contribuir al conocimiento del funcionamiento físico y ecológico del arroyo, describiendo sus «determinantes primarios» a escala regional y a escala de tramo.

## INTRODUCCIÓN

El hidrosistema del arroyo «El Simbolar», necesita de un marco conceptual sólido que permita relacionar su funcionamiento ecológico con las características geográficas y biológicas de su cuenca. A la escala de tramo, la distribución espacial y la variabilidad temporal de los «factores clave» (hábitat físico; clima acuático y recursos tróficos) dependen del régimen hidrológico y de la geomorfología del valle. Estos «factores de control» determinan la morfo-dinámica fluvial, la estructura de la vegetación de ribera, y la conectividad del curso de agua, o sea las interacciones con la zona de inundación. A escala regional, estos factores dependen de «determinantes primarios» tales como la geología (naturaleza de las rocas); el relieve (geomorfología) y el clima (precipitaciones y temperatura). Son estos determinantes primarios los que representan el nivel más alto en la jerarquía de los factores que controlan el funcionamiento físico y ecológico de los ríos (Wasson y Barrere, 1999).

Los trabajos sobre la comunidad de invertebrados zoobentónicos en el arroyo El Simbolar se iniciaron con Salas, L., (1997). A partir de allí se pueden citar los trabajos de Salas, L., (2000); Salas y otros, (2001); Salas y Malandrini (2001); Garaventa y otros, (2002) y, Salas y L. de Grosso (2005).

El objetivo de este trabajo fue determinar la diversidad biológica del ecosistema del arroyo El Simbolar, mediante la caracterización de la vegetación marginal y la estructura de la comunidad de macroinvertebrados. Como complemento se describió el área de estudio considerando relieve, hidrografía y clima, integrando así, conocimientos generados a partir del proyecto de investigación «Biodiversidad de insectos bentónicos y su aplicación para evaluar la calidad del agua de arroyos

## MATERIALES Y MÉTODOS

La descripción del área de estudio se realizó en base al análisis e interpretación de las Cartas Topográficas de la República Argentina: Aimogasta (Hoja 2966-I; 1:50.000) y San Fernando del Valle de Catamarca (Hoja 2966-II; 1:250.000). (Figura 1, 2 y 3). Además se trabajó sobre la imagen satelital obtenida del software Google Earth, con el fin de determinar las características del área de estudio a escala regional. *In situ* por observación directa a campo se complementó toda la información de la documentación cartográfica.

La cuenca del arroyo El Simbolar (Figura 4) se comporta como un área de importantes escurrimientos y de características biológicas propias, de la cual se analizó el sector comprendido entre las cotas 785 y 990 msm, de su tramo medio inferior. A escala de tramo, en la Tabla N° 1 se presentan los datos correspondientes a las características físicas, morfométricas y biológicas del área de estudio.

El relevamiento florístico de árboles y arbustos se realizó en las estaciones de otoño y primavera, mediante el método de la transecta en faja. Se trabajó desde el Balneario Municipal (28°40'37.3"S y 66°03'18.1"W; y 784 msm), sobre la margen derecha hasta el paraje conocido como «Primer Paso» (28°39'02.84"S y 66°03'11.57"W, 890 msm), trazando 3 transectas, paralelas al curso de agua, siguiendo un gradiente altitudinal, representando un área muestral de 4500 m<sup>2</sup>. Las especies vegetales se determinaron *in situ*. De las especies que no pudieron ser determinadas en el lugar, se obtuvo una rama (con flor y/o fruto) y en el laboratorio de Diversidad Vegetal II (FACEN-U.N.Ca.) se realizó el trabajo sistemático de rutina, empleando las claves disponibles. Con las especies determinadas se elaboró una planilla de presencia-au-

sencia y frecuencia.

Las muestras de macroinvertebrados bentónicos se obtuvieron en el mes de junio, correspondiente a la estación de aguas bajas. La estación de muestreo se ubicó 100 m aguas arriba del Balneario Municipal. La muestra y dos réplicas se obtuvieron con muestreador tipo Surber, de 0,09 m<sup>2</sup> de superficie y 300 µm de abertura de malla, complementada con red «D»; se fijaron *in situ* con alcohol 96°. En laboratorio se separaron y determinaron los organismos hasta el taxa familia, empleando las claves disponibles en Fernández y Domínguez (2001). Para evaluar la calidad del agua se calculó el valor del Índice BMWP' (Biological Monitoring Working Party), ajustado para el Noroeste Argentino por Domínguez y Fernández (1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Vegetación marginal

La vegetación de la zona estudiada correspondió a un bosque abierto, donde predominaron en el estrato arbóreo las Familias: Celtidaceae con la presencia de 687 individuos de *Celtis tala*; Apocinaceae, con 89 ejemplares de *Apidosperma quebracho blanco*; Santalaceae con 55 individuos de *Jodina rhombifolia*; Mimosaceae, representada con 41 ejemplares de *Acacia visco* y 27 ejemplares de *Prosopis chilensis*. Las familias y géneros menos frecuentes fueron: Retaceae con 23 ejemplares de *Fagara coco*; Fabaceae y Cesalpinaceae con 15 ejemplares de *Geoffroea decorticans* y *Cercidium australis*, Anacardiaceae con 2 individuos de *Schinopsis haenkeana* y 18 ejemplares de *Schinopsis balanceae*; Caricaceae con 4 individuos de *Carica papaya*. Si bien la familia Celtidaceae posee mayor número de individuos, la familia Mimosaceae es la más representativa por la diversidad de géneros, ambas propias del Chaco Árido, pero se observó la presencia de elementos del Chaco Serrano: *Fagara coco* y *Carica papaya*. A los 990 msm se observó en las márgenes dos elementos de Yungas: *Podocarpus parlatorei* y *Juglans regia*. La composición sistemática y abundancia del estrato arbóreo se presenta en la Figura 5.

La vegetación arbustiva estuvo representada por un arbustal alto y denso. Las familias más representativas fueron: Solanaceae con 219 ejemplares de *Solanum* sp.; Acanthaceae, con 189 individuos de *Justicia goudoti*; Cactaceae con 104 individuos de *Opuntia quimilio*; Zygophyllaceae con 58 individuos de *Portiera microphylla*; Apocinaceae con 60 ejemplares de *Vallesia glabra*; Mimosaceae con 44 individuos de *Acacia praecox*; Celtidaceae, con 45 ejemplares de *Celtis pubescens*. Las familias menos frecuentes fueron: Euphorbiaceae, Ramnaceae; Polygonaceae; Anacardiaceae y Asteraceae. El estrato arbustivo co-

rrespondió al Distrito Chaco Árido (Figura 6).

Según Morlans C. (1995) el distrito Chaco Serrano ocupa la porción oriental del Departamento Capayán y el Distrito Chaco Árido, la mayor parte del citado departamento.

En el Chaco Serrano, la vegetación se dispone en cinturones o pisos, cada uno con una estructura y composición particular. El primer piso tiene una fisonomía de bosque, seguido de un piso de arbustos y pastos; a mayores valores de altura, un pastizal de altura. Los rangos altitudinales correspondientes a cada piso varían en función de la latitud, de la longitud y también de los microclimas que surgen como consecuencia de la orientación de las laderas.

La vegetación marginal del arroyo El Simbolar, corresponde al Piso del Bosque Serrano, el que se desarrolla entre los 700-800 y los 1500 a 1600 msm, rangos altitudinales entre los que se encuentra el área muestreada. Las especies características de este piso son *Schinopsis haenkeana* (orco quebracho); *Fagara coco* (coco); *Acacia visco* (viscote); *Aspidosperma quebracho-blanco* (Figura 7). En las laderas con exposición hacia el sur y hacia el este, como es el caso de la zona de estudio, con un microclima más húmedo el bosque es más denso (Morlans, C., 1995).

Como era de esperar, junto al cauce del arroyo, el Chaco Árido corresponde a la unidad fisiográfica de piedemonte Occidental, representado por un arbustal espinoso, alto (3 a 3,5 m) y cerrado (cobertura general del estrato arbustivo superior al 50%) con predominio de leguminosas micrófilas (Figura 8). Las especies arbóreas forman angostas galerías de mayor densidad y cobertura, y a las anteriormente mencionadas se agregan *Celtis tala* y varias otras provenientes del Bosque Serrano: *Schinopsis haenkeana* y *Fagara coco* (Morlans, C., 1995).

Con respecto a los elementos de Yungas observados, la vegetación corresponde a la porción más austral de esta provincia fitogeográfica, en Sur América, la que se interdigita con la Provincia Chaqueña. *Podocarpus parlatorei* es una especie característica del Distrito de los Bosques Montanos. (Morlans, C., 1995; Salinas y Fra, 2003).

### Macroinvertebrados bentónicos y calidad de agua

Se colectaron, en las estaciones de muestreo del arroyo El Simbolar (Figura 9), 8.775 ind/0,27 m<sup>2</sup> pertenecientes a 9 órdenes y 21 familias de Insecta; Oligochaeta y Physidae (Mollusca). Las familias presentes en el arroyo y su correspondiente puntuación, se presentan en la Tabla N° 2.

Los 9 órdenes reportados para el arroyo El Simbolar son coincidentes con los reportados para otros cursos de agua de la provincia y la región, cuyas esta-

ciones de muestreo se localizaron entre los rangos altitudinales de 400 a 1200 msm (Salas L., 1997; Grosso y otros, 1999; Fernández y otros, 1995; Fernández y otros, 2001 y Fernández y otros, 2002; Salas y L. de Grosso, 2005a).

La sola presencia de organismos representantes de las familias Leptophlebiidae (Ephemeroptera), Perlidae (Plecoptera), Corydalidae (Megaloptera); Psephenidae (Coleoptera); Odontoceridae y Leptoceridae (Trichoptera), consideradas las más sensibles a las alteraciones y con la máxima puntuación en el índice BMWP' (Tabla N°3) (Figura 10) permitieron clasificar el agua del arroyo El Simbolar, en la Clase I: aguas muy limpias BMWP' = 145 (Tabla N° 3).

El valor para el índice BMWP' fue mayor, que el obtenido, por ejemplo para los ríos de la provincia de Tucumán: La Hoyada (BMWP'=104), Río Las Juntas (BMWP'=74) y Río Lules (BMWP'=89) en muestreos realizados para el mes de julio de 1998 (Fernández y otros, 2002).

Un aspecto importante derivado del estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos ha sido la evaluación de la calidad de agua mediante el uso de índices bióticos.

Debido a la particularidad de su ciclo, los insectos anfibióticos, contribuyen a remover del agua, contaminantes como fosfatos y nitratos, que devuelven al ambiente terrestre.

La mayoría de las especies son muy estrictas respecto al hábitat y a las variables físico-químicas, y la eutroficación causada por la actividad humana puede llevar a la reducción o a la extinción local de las poblaciones. Estas pueden aumentar sus densidades en ambientes con ligeras alteraciones. Sin embargo cuando las condiciones se agudizan el número de efectivos se reduce considerablemente y pueden llegar a desaparecer. Los macroinvertebrados colectores y filtradores contribuyen con su actividad alimenticia a la transformación de la materia orgánica desde un estado grueso a fino y ultrafino. Los bucles alimenticios entre las especies tróficas son frecuentes y complejos. El resultado es que, desde el punto de vista sanitario, las aguas son depuradas por procesos biológicos y los materiales transportados y mineralizados (Mason, C., 1991).

El uso de los macroinvertebrados bentónicos en el monitoreo de la calidad del agua, está siendo cada vez más aceptado tanto por los ecólogos como por los organismos controladores (Rosemberg y Resh, 1993; EPA (Environmental Protection Agency, de los Estados Unidos). En la República Argentina se han adaptado Índices Bióticos para estimar la calidad de los ambientes fluviales de la Cuenca del Carcarañá (Gualdoni y Corigliano, 1991); Las Sierras de San Luis (Vallaria y otros, 1996); del Paraná (Marchese y Escurra de Drago, 1999) y del Plata (Rodríguez Capítulo y otros, 1998). En

ríos de Tucumán, y el NOA se están realizando estudios basados en macroinvertebrados, para su uso como indicadores de contaminación y degradación de las cuencas hídricas (Domínguez y Fernández, 1998; Vides Almonacid y otros, 1998).

Los ambientes lóticos tienen más permanencia en el tiempo que lagos y lagunas (serie léntica), y en consecuencia la biota que vive en ellos ha tenido más tiempo de evolución, hecho que permitió que algunos organismos desarrollaran especializaciones estrictas a las condiciones particulares de los ríos de montaña.

Esta falta de plasticidad en la tolerancia de probables variaciones físico-químicas es de inmenso valor para detectar posibles alteraciones por factores externos a los ríos, y por ello es de fundamental importancia conocer la estructura de las poblaciones en condiciones naturales (Grosso y otros, 1999).

La caracterización del hábitat físico, desde lo geológico, hidrológico, vegetación de ribera (composición y estado de conservación) y evaluación de la calidad del agua a través de un índice biótico, podrá utilizarse en futuro como puntos de comparación, para el mismo ambiente, en caso de sufrir alteraciones antrópicas modificadoras o para otros cursos de agua del resto de la provincia (Barbour y Strimbling, 1991).

Los ecosistemas de montaña tienen una importancia «*per se*» desde varios puntos de vista: seguridad ambiental, hidrología, biodiversidad, regulación climática y fuente de genes, lo que justifica una cuidadosa protección y conservación (González, J., 2005).

## CONCLUSIÓN

Las comunidades terrestres arbóreas y arbustivas (Distrito Chaco Serrano, con elementos de Yungas y Chaco Árido) y acuáticas (macroinvertebrados bentónicos) del área en estudio representativas del ecosistema del arroyo serrano El Simbolar no muestran signos de actividad antrópica modificadora del ambiente original. Esto se evidencia por el estado de conservación de la vegetación marginal y por el valor obtenido para el Índice BMWP' (mayor a 50 puntos) que clasifica al agua como de excelente calidad. Estas características deberían ser contempladas en instrumentos políticos de gestión ambiental, para la conservación de la diversidad biológica bajo el enfoque de sustentabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

Barbour, M. y J. Strimbling. 1991. Use of Habitat Assessment in Evaluating the Biological Integrity of Stream Communities. Biological Criteria: Research and Regulation. pp. 25-37.



- Ejército Argentino. I.G.M. 1987-1993. Carta topográfica de la República Argentina. Aimogasta. Catamarca. Hoja 2966-I. 1:50.000
- Ejército Argentino. I. G.M. 1987-1993. Carta topográfica de la República Argentina. San Fernando del Valle de Catamarca. Hoja 2966-II. 1: 250.000.
- Morlans, C. 1995. Regiones Naturales de Catamarca. Provincias Geológicas y Provincias Fitogeográficas. Revista de Ciencia y Técnica Vol II Nº 2: 1-36.
- Domínguez, E. y H. Fernández. 1998. Calidad de los ríos de la cuenca del Salí (Tucumán, Argentina) medida por un índice biótico. Serie Conservación de la Naturaleza, Fundación Miguel Lillo. Tucumán. 39 pp.
- EPA, Environmental Protection Agency. 1991. Biological Criteria: Research and Regulation. J. F. & A. Inc., 169 pp.
- Fernández, H., F. Romero, L. Grosso, M. Peralta y M. Rueda. 1995. La diversidad del zoobentos en ríos de montaña del NOA, I: El río Zerda, provincia de Tucumán, República Argentina. *Acta Zoológica Lilloana* 43(1):215-219.
- Fernández, H. y E. Domínguez (Eds.). 2001. Guía para la determinación de Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Serie Investigaciones de la UNT. Subserie. Ciencias Exactas y Naturales. Secretaría de Ciencia y Técnica. Editorial Universitaria de Tucumán. 283 pp.
- Fernández, H.; F. Romero, M. Peralta y L. Grosso. 2001. La diversidad del zoobentos en ríos de montaña del noroeste de Argentina: comparación entre seis ríos. *Ecología Austral* 11:9-16.
- Fernández, H.; F. Romero; M. Vace; V. Manzo; C. Nieto y M. Orce. 2002. Evaluación de tres índices bióticos en un río subtropical de montaña (Tucumán, Argentina). *Limnética* 21 (1-2): 1-13.
- Garaventa, S.; L. Salas y L. Luna Mercado. 2002. En defensa de la biodiversidad de un ecosistema de la cuenca del río El Simbolar. Congreso Regional de Ciencia y Tecnología. Editorial Universitaria de Catamarca. 13 pp.
- Grosso, E.; M. Peralta y F. Romero. 1999. Invertebrados Acuáticos. En: Lavilla, E. y J. González (Eds.). Biodiversidad de Agua Rica. BHP COPPER-Fundación Miguel Lillo. Argentina: 135-163.
- Gualdoni, C. y M. Corigliano. 1991. El ajuste de un índice biótico para uso regional. *Rev. UNRC*, 11 (1): 43-49.
- González, J. 2005. Los ambientes naturales en áreas montañosas del Noroeste Argentino (NOA), su interrelación con países limítrofes y su necesidad de protección, recuperación y conservación. Serie Conservación de la Naturaleza Nº 15. Fundación Miguel Lillo. Tucumán. 28 pp.
- Google Earth. 2007. Imagen Satelital Concepción - Catamarca. <http://www.earth.google.com>
- Marchese, M. e I. E. de Drago. 1999. Use of benthic macroinvertebrates as organic pollution indicators in lotic environments of the Parana River drainage basin. *Polskie Arch. Hydrobiol.* 46(3-4):233-255.
- Mason, C. 1991. Biology of freshwater pollution. Longman Scientific & Technical. Essex, 351 pp.
- Rodríguez Capítulo, A.; I. César; M. Tassara; A. Paggi y M. Lemocov. 1998. Distribution of the macrobenthic fauna of the south coastal fringe of the Rio de La Plata (Argentine): impact of urban contamination. *Inter. Assoc. Theor. and Applied Limn.* 26 (3): 1260-1265.
- Rosemberg, M. y V. Resh. 1993. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman and Hall. New York. 488 pp.
- Salas, L. 1997. Contribución al conocimiento de la biodiversidad de invertebrados bentónicos del arroyo El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca). Trabajo Final de Lic. en Biología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. U.N.Ca. 101 pp.
- Salas, L. 2000. Guía ilustrada para identificar invertebrados del A° El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca). En: Libro de Resúmenes del Primer Congreso de Ambiente y Calidad de Vida del NOA. Catamarca 2000. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca: 54.
- Salas, L.; A. Liz; C. Barrionuevo y L. Julio. 2001. Lista faunística preliminar de artrópodos bentónicos del arroyo El Simbolar. (Capayán, Catamarca, Argentina). En: Libro de Resúmenes del 1er. Foro Interdisciplinario de Ciencias vinculadas al Ambiente y Calidad de Vida. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca. 89.

Salas, L. y M. L. de Grosso. 2005. Composición de zoobentos del arroyo El Simbolar, (Capayán, Catamarca, Argentina). Producciones Científicas del Congreso Regional de Ciencia y Tecnología. Tomo II. Secretaría de Ciencia y Tecnología. U.N.Ca. 14 pp.

Salas, L. y B. Malandrini. 2001. Identificación del zoobentos de ríos de montaña. Centro Editor de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Catamarca. *Revista de Ciencia y Técnica* Vol. VII. N° 10: 233-237.

Salinas, R. y E. Fra. 2003. Composición florística del estrato arbóreo de los bosques de *Podocarpus parlatorei* en Catamarca, Argentina. *Sociedad Argentina de Botánica*. 38: 238.

Vallaria, E.; P. Garelis; E. Tripole y M. Gil. 1996. Un Índice Biótico para las Sierras de San Luis. *Rev. UNRC*, Vol. 16 (2): 129-136.

Vides Almonacid, R.; H. Ayarde; G. Scrocchi; F. Romero; C. Boero; y J. Chani. 1998. Biodiversidad de Tucumán y el Noroeste Argentino. Aportes de la Fundación Miguel Lillo a su conocimiento, manejo y conservación. *Opera Lilloana* N° 43. Fundación Miguel Lillo. Argentina: 89 pp.

Wasson, J. y B. Barrere. 1999. Regionalización de la Cuenca Amazónica Boliviana: Las Hidro-Ecoregiones de la Zona Andina. *Rev. Bol. De Ecología*. 6: 111-120.

Parámetros	
-Posición del área de muestreo	28° 40' 37.3" S 66° 03' 18.1"W
-Altura sobre el nivel del mar	784 msm
-Ancho del lecho mojado	4,10 m
-Longitud del arroyo	37,5 m
-Ancho de la cuenca	11,25 km
-Orden	5
-Profundidad promedio de muestreo	18 cm
-Velocidad de la corriente	0,83 m/seg
-Vegetación marginal	Chaco Serrano (bosque de ribera)
-Sustrato dominante	Grava sabulítica arenosa

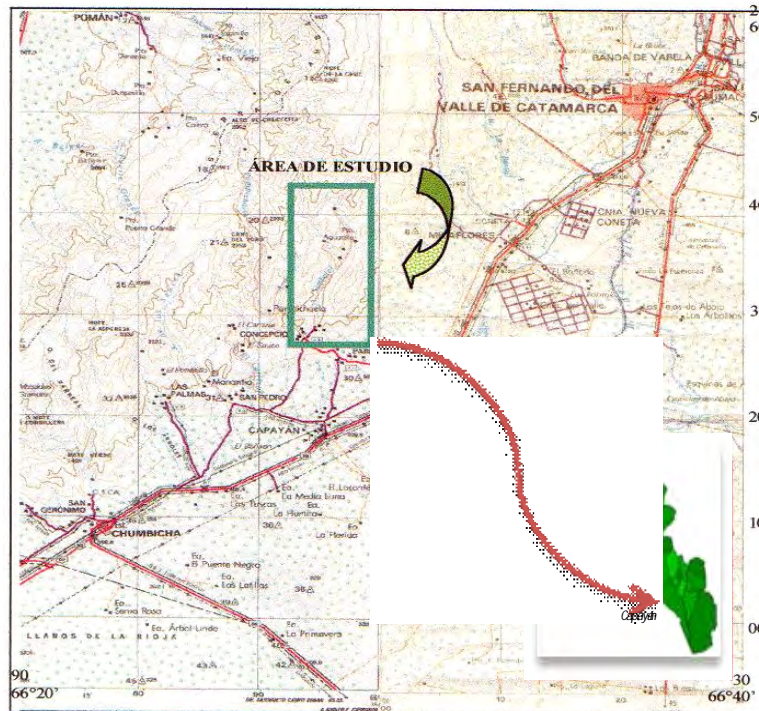
Tabla Nº 1: Características físicas, morfométricas y biológicas de la estación de muestreo en el arroyo El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca).

Familias	Puntuación
Perlidae	10
Leptophlebiidae	10
Corydalidae	10
Psephenidae	10
Leptoceridae	10
Odontoceridae	10
Psephenidae	10
Pyralidae	10
Glossosomatidae	8
Hydroptilidae	6
Elmidae	5
Hydropsychidae	5
Tipulidae	5
Simuliidae	5
Baetidae	4
Dixidae	4
Stratiomyidae	4
Empididae	4
Ceratopogonidae	4
Psychodidae	4
Physidae	3
Chironomidae	2
Oligocheta	1
<b>Valor</b>	<b>145</b>

Tabla Nº 2: Familias presentes en el arroyo El Simbolar y su correspondiente puntuación en el Índice BMWP<sup>1</sup>.

CLASE	VALOR (BMWP')	SIGNIFICADO
I	>50 40-50	Aguas muy limpias Aguas no contaminadas
II	30-40	Con algún grado de contaminación
III	20-30	Aguas contaminadas
IV	10-20	Aguas muy contaminadas
V	<10	Aguas fuertemente contaminadas

Tabla Nº 3: Clases de Calidad del agua en el arroyo El Simbolar y significación de los valores del índice BMWP'



Fuente: Carta Topográfica. Aimgasta Hoja 2966-I y San Fernando del Valle de Catamarca. Hoja 2966-II. Escala 1:250.000. Ejército Argentino. Instituto Geográfico Militar. Edición 1.987-1.993

Figura 1: Localización del área de estudio: arroyo El Simbolar.

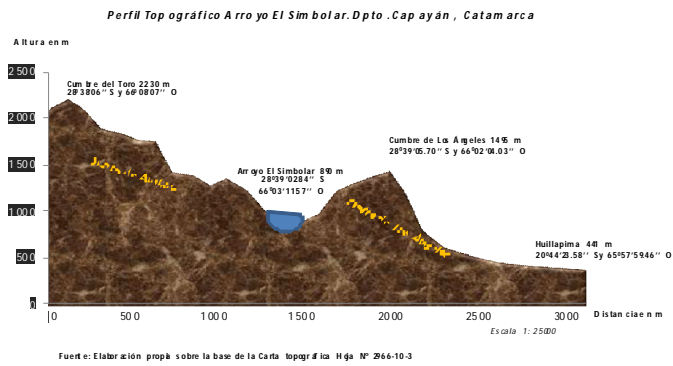


Figura 2: Perfil topográfico arroyo El Simbolar.



Figura 3: Imagen satelital de la cuenca del arroyo El Simbolar.

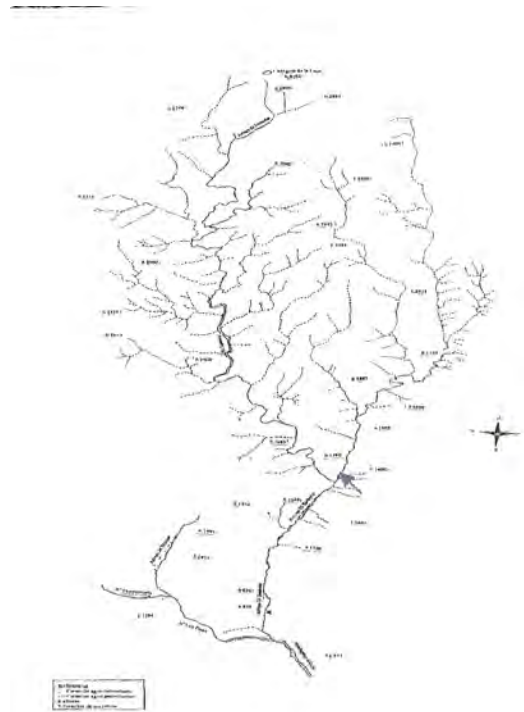


Figura 4: Cuenca del arroyo El Simbolar.

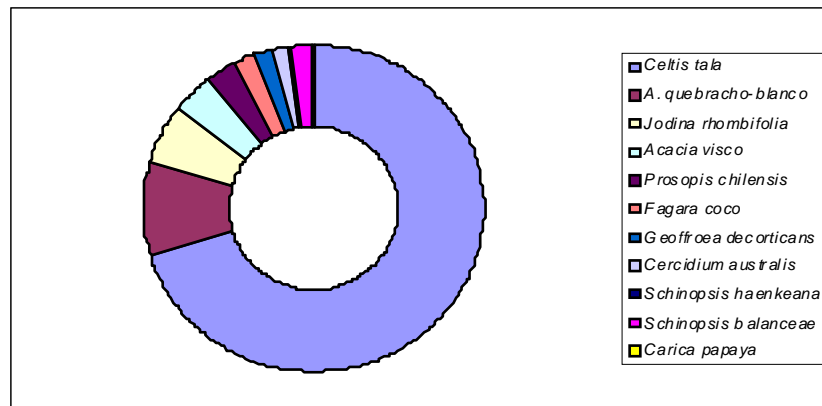


Figura 5: Composición sistemática y abundancia de especies arbóreas (Margen derecha del arroyo El Simbolar, Concepción, Capayán).

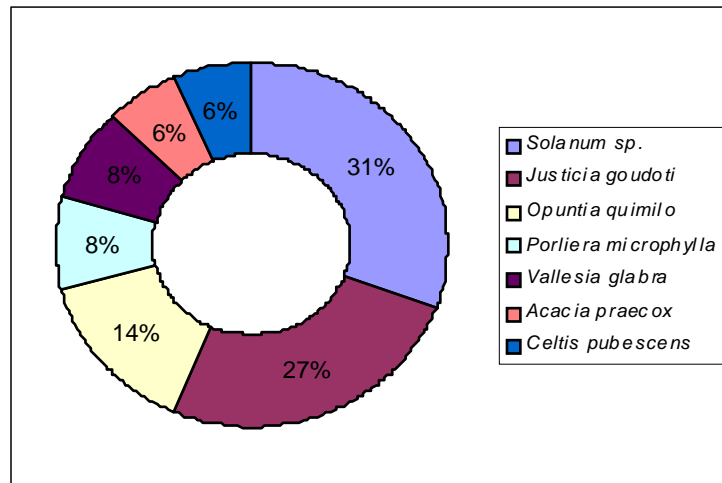


Figura 6: Composición sistemática y abundancia de especies arbustivas (Margen derecha del arroyo El Simbolar, Concepción, Capayán).



Figura 7: Sector de Chaco Serrano en la margen derecha del arroyo El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca).





Figura 8: Sector de Chaco Árido en la margen derecha del arroyo El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca).



Figura 9: Estación de muestreo en el arroyo El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca).



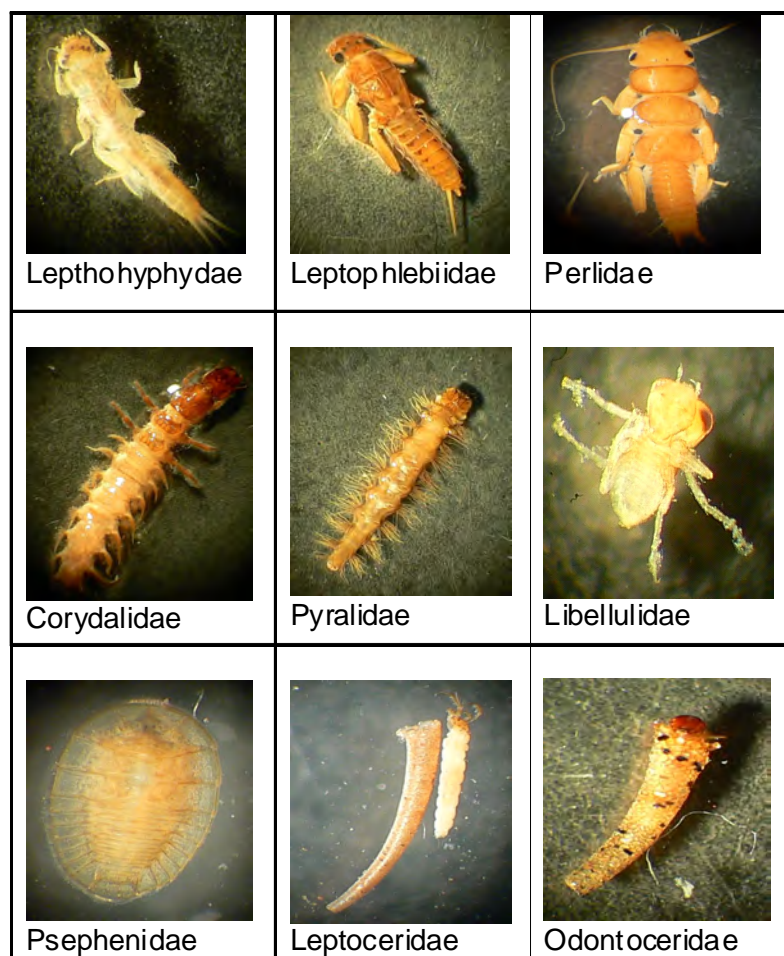


Figura 10: Familias con mayor puntuación en el Índice BMWP' Colectadas en el arroyo El Simbolar (Concepción, Capayán, Catamarca).



## DEGRADACIÓN ESPECÍFICA POR EROSIÓN HÍDRICA EN SERRANÍA DE VAQUEROS. PROV. SALTA

### ENVIRONMENTAL DEGRADATION TO HYDRIC EROSION IN SERRANÍAS DE VAQUEROS. PROV. SALTA

Mármol, L.; J. Ferretti y L. Mármol<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El término degradación específica, establecido por Parde, alude al estado original de los factores clima, morfología, suelo, geología y vegetación; que cuando se produce la intervención humana, estos se modifican. Como consecuencia de la acción de la erosión hídrica sobre los materiales edáficos y geológicos, que componen el piso de una cuenca, se da origen a procesos de degradación del ecosistema en las tierras superiores, perjudicando las tierras bajas de los valles. (Mármol, L. 2006)

La degradación específica de la cuenca, también conocido como transporte unitario, es la cantidad de material suelto trasladado en la unidad de tiempo y de superficie a la salida de la misma. Las unidades de expresión son toneladas métricas por kilómetro cuadrado por año ( $t\ km^{-2}\ año^{-1}$ )

A partir de ecuaciones matemáticas (parámetros concentrados, invariables en el tiempo y empíricos) se intenta una explicación de los mecanismos físicos que generan la degradación específica en las cuencas de las serranías de Vaqueros por efecto de sus características geomorfológicas y las precipitaciones pluviales registradas.

**Palabras clave:** degradación específica, erosión hídrica, cuenca hidrográfica, Fournier, ecosistema.

#### SUMMARY

A technical term «Specific degradation», established by Parde, alludes to the original state of the factors climate, morphology, soil, geology and vegetation; that when the human intervention takes place, these are modified. As result of the action hydric, edaphic and geological materials that compose the floor of a basin, degradation processes of the ecosystem in the top lands, to damage the low lands of the valleys. (Mármol, L. 2006)

The specific degradation of the river basin, also known as unitary transport, is the quantity of free material moved in the unit of time and of area to the exit of the same one. The units of expression are metric tons per kilometer squared for year ( $t\ km^{-2}\ year^{-1}$ )

From mathematical equations (concentrated parameters, invariable in the time and empiricists) it was tried to explain the physical mechanisms that generate the specific degradation at serranías de Vaqueros basins by effect of their geomorphological characteristics and rainfalls registered in the area.

**Key words:** specific degradation, hydric erosion, river basin, Fournier, ecosystem

## INTRODUCCION

A lo largo del tiempo la población humana ha alterado el ambiente, con pérdida de suelo, de biodiversidad, etc, esto lleva a una inestabilidad de las cuencas hidrográficas, produciendo así una erosión hídrica.

Las publicaciones nacionales e internacionales relacionadas con el manejo integral de cuencas, hidrología, riesgos naturales y ordenación del territorio se complementan con la información que se ha generado en el ámbito local tanto en proyectos de investigación como en tesis de grado y postgrado, lo que proporciona una base para la presente investigación. Utilizando la información obtenida de campo y aplicando las fórmulas empíricas que propone Fournier (Mármol, L. 2006) donde se evalúa la degradación específica de una cuenca, teniendo en cuenta dos factores que intervienen en el fenómeno de la erosión hídrica: el clima y el relieve, se diagnostica la situación y funcionamiento de las cuencas con la finalidad de evaluar e interpretar sus comportamientos para formular pautas de gestión y toma de decisiones sobre el uso de los recursos naturales.

Este modelo es el más apropiado de utilizar ya que fue desarrollado específicamente para cuencas hidrográficas montañosas.

El presente trabajo identifica la degradación específica que se produce en las Serranías de Vaqueros producto de la erosión hídrica.

## MATERIALES Y METODOS

Se realizó un inventario de la información en forma clasificada y cuantificada en función del análisis de la cuenca generándose información a detalle en el arroyo Vaqueros, considerada como cuenca piloto debido a la información climática disponible de mediciones anuales realizadas en inmediaciones del área.

Con los datos de precipitación y temperatura medidos en la zona se procedió a determinar el factor climático tenido en cuenta para calcular la degradación específica.

Se realizó la característica morfológica de la cuenca (forma, relieve, altitud media, pendiente media, red hidrográfica) utilizándose en especial el coeficiente ortográfico para caracterizar el relieve y para el clima la clasificación de Turc (Mármol, L., 2006; Mármol, L. C. 2000) para obtener la degradación específica, según Fournier.

El área de trabajo esta situada en la vertiente oriental de las Serranías de Vaqueros, se encuentra en el extremo septentrional del Valle de Lerma aproximadamente a 20 km al N-O de la ciudad de Salta (Figura

1), definidos por las siguientes coordenadas de localización espacial:

Vértice inferior izquierdo: 3555000,7267700.

Vértice superior derecho: 3561400,7276000.

Las coordenadas espaciales empleadas en la cartografía del presente trabajo están referidas a: Proyección Conforme Gauss-Krüger, Faja 3, Elipsoide WGS 84 – Sistema de Referencia POSGAR 94.

El acceso al área de estudio se realiza fundamentalmente por Ruta Nacional N° 9, con dirección norte, en sentido aproximadamente longitudinal, realizando un giro hacia el este a la latitud de la confluencia del Río Vaqueros con el puente carretero sobre el río del mismo nombre.

*Caracterización climática:* La serranía presenta un clima subtropical serrano con estación seca. En toda la región, el período de lluvias se extiende desde noviembre a marzo, con mayores registros en los meses de diciembre y enero y el período de sequía corresponde al lapso comprendido entre abril y septiembre, alcanzando su mínimo en el mes de julio. La sierra permite que las masas de aire húmedo provenientes del este precipiten en el área de estudio debido al enfriamiento adiabático que sufren tales masas al ascender a través de la ladera oriental.

En cuanto a las temperaturas, se toma la ciudad de Salta como referencia para el norte del valle, con temperaturas medias del mes de enero y del mes de julio de 21.2 °C y 10.1 °C, respectivamente.

Mármol, L. et al (2004), mencionan los valores de precipitación anual de 1192, 876 y 883 mm para los años 2001, 2002 y 2003, respectivamente, para un puesto de observación situado en la localidad de Vaqueros a 1330 metros de altitud. Dicho puesto se encuentra en el borde sur del piedemonte de Vaqueros, en las inmediaciones del tramo terminal del arroyo Vaqueros.

*Descripción geológica:* corresponden a la cordillera oriental, con definida orientación N-S.

«La Sierra de Vaqueros corresponde al tramo austral de la provincia geológica Cordillera Oriental, es un braquianticlinal de rumbo submeridiano. El eje del mismo esta desplazado al este de la divisoria de aguas de la sierra; las rocas aflorantes son de edad terciaria, (Formación Piquete), sobre ellas se asientan en discordancia, depósitos cuaternarios aterrazados. Las sedimentitas terciarias pertenecen al Subgrupo Jujuy...»

«los sedimentos asignados al Cuaternario son agrupados en cuatro unidades: Deposito de Terraza Alta, Deposito de Pie de Monte, Deposito de Terraza Baja y Aluviones Recientes» (Chalabe, E., 1979).

*Hidrológica:* La Serranía de Vaqueros en su exposición oriental es surcada por diferentes arroyos

que tienen sus nacientes en los sectores altos de la misma y que en sus tramos terminales alcanzan a los colectores principales (Figura 2). Estos cursos se pueden considerar como torrentes, debido a la pronunciada pendiente general (8.5 %) su nula actividad durante la época seca y su importante caudal durante los días de intensa precipitación en el verano.

Los torrentes pertenecientes a la ladera oriental de la sierra son:

- Arroyo La Mesada: desemboca en río Las Nieves.

- Arroyo Pacará: desemboca en el río Wierna.

- Arroyo Chaile: cono terminal sobre río Vaqueros.

- Arroyo Vaqueros: desemboca en río Vaqueros.

- Arroyo Los Nogales: desemboca en el Río Vaqueros (en su tramo final el poco caudal que trae en verano se insume antes de llegar al río)

Estos torrentes son de pendiente pronunciada y originaron depósitos cuaternarios de materiales gruesos en su mayoría al pie del sistema serrano. En la parte superior del piedemonte, la lámina superficial de agua que se desplaza a través de los arroyos comienza a infiltrar, tornándose influente.

Luego de lluvias abundantes se observa escurrimiento en estos, presentando un importante caudal superficial a lo largo de todo su recorrido.

**Suelos:** Las unidades cartográficas de la cuenca pertenecen a: Serie Tres Lagunas; Serie Vaqueros; Serie San Cayetano; Serie Mojotoro (García, R. et al. 1987).

**Vegetación:** La existencia de bosque montano húmedo y subhúmedo en la serranía de la misma localidad. Este último se ubica en las laderas de exposición sur de las altas microcuencas que componen la sierra, correspondiente a sitios con mayor grado de humedad debido a una menor incidencia de la radiación solar directa.

En términos generales, la vegetación nativa de la Serranía de Vaqueros se encuentra fuertemente alterada debido a la práctica de ganadería extensiva y a la permanente extracción de leña por parte de pobladores locales.

La caracterización de la vegetación serrana presente en la subcuenca del arroyo Vaqueros, como de las demás subcuencas, se pueden clasificar en laderas umbrías con exposición sur, donde se observa comunidades de Aliso del cerro (*Alnus jorullensis* H.B.K. Var. *Spachii* (Regel) Winkler); *Duranta* (*Duranta serratifolia* (gris.) Kuntze) - Chalchal (*Allophylus edulis* (St.Hil.) Radlkofer) y Laurel (*Phoebe porphyria* (Griseb.) Mez) - Nogal (*Junglas australis* Griseb.), desde arriba hacia las partes mas bajas de las laderas.

En las laderas en solanas, expuestas al norte se observan pastizales en carpeta, en matas altas, arbustales generalmente de especies invasoras trementina (*Eupatorium buclerifolium*), y cañadones donde se desarrolla una vegetación similar a la ladera expuesta al sur.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los índices obtenidos para la zona de estudio fueron de la subcuenca del A° Vaqueros situado al sureste de la Serranía de Vaqueros y que desembocan en el en el río Vaqueros.

El *Índice de Compacidad* (Kc) o de Gravelius, es de 1.76. La clase de forma de la cuenca es rectangular oblonga a casi rectangular, lo que se puede interpretar como un factor favorable en el momento de desaguar debido a que el tiempo de concentración son mayores. (Figura 3).

La pendiente media es de 11%, la altitud media de 1452 msm. Un parámetro útil para describir el relieve de una cuenca es la Curva hipsométrica (Grafico 1).

La mediana de la altitud es de 1450 m lo que significa que sobre el 50% de este valor se encuentran las alturas mayores y debajo de este las altitudes menores.

Para la obtención de la Degradación Específica de Fournier se calculó, la pendiente media del terreno, el balance hídrico, área de la Serranía y perímetro.

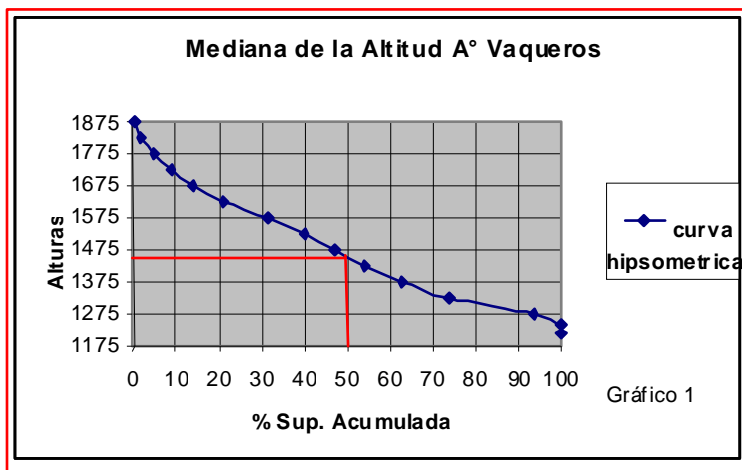


Gráfico 1: Curva hipsométrica y mediana de la altitud.

La pendiente media del terreno es de 14%, con este valor se obtuvo el tipo de terreno mediante la siguiente tabla de clasificación de pendientes (Ortíz Vera, 2004): **Accidentado**

Pendiente media (%)	Tipo de relieve
0 - 3	Plano
3 - 7	Suave
7 - 12	Mediano
20 - 35	Accidentado
35 - 50	Fuerte
50 - 75	Muy fuerte
50 - 75	Escarpado
> 75	Muy escarpado

Tabla 1: Tabla de clasificación de pendientes Ortíz Vera, (2004)

#### Balance hídrico

A partir del programa Balance Hídrico, desarrollado por Yáñez et al. (1985)

y con los datos de precipitaciones y temperaturas medias mensuales<sup>1</sup>, se obtuvo el balance hídrico, Tabla 1.

Latitud: 24° 42' S; Longitud: 65° 25' W; Altitud: 1290 msm; Capacidad de retención: 200mm

El tipo climático B1B'2 r a' (Húmedo, mesotermal, nula o pequeña deficiencia de agua Baja concentración estival de la eficiencia térmica, 48%).

En el balance hídrico se observa un déficit mínimo de agua en el suelo (-85 mm), ubicado entre los meses de mayo y octubre. El exceso de agua se sitúa entre los meses de enero y marzo (251mm), mientras que el escurrimiento se prolonga, de esta manera se observa que el suelo libera el agua retenida en sus poros (escurrimiento sub-superficial) (Gráfico 2).

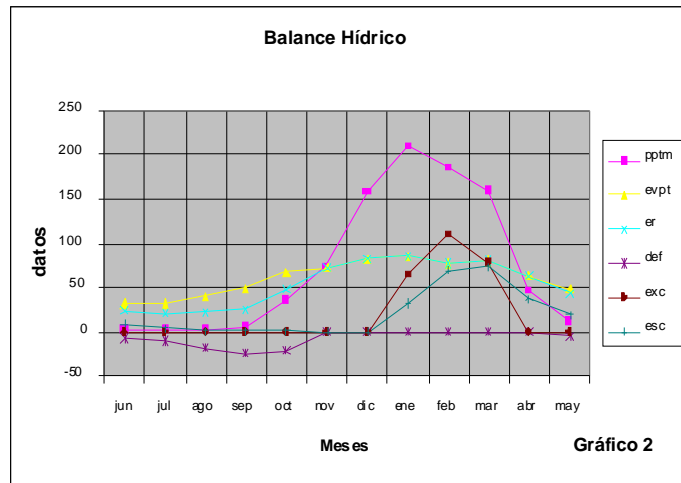


Gráfico N° 2: Balance hídrico de las serranías de Vaqueros

El método de Fournier (Mármol, L., 2006) propone una metodología de cálculo atribuyendo al factor climático una influencia dominante. La erosión hídrica se puede considerar como el ataque del clima (factor activo) al suelo (factor pasivo), con la intervención del relieve y la vegetación (factores intermedios).

Fue Fournier (Mármol, L., 2006) quien consideró el factor climático con una influencia dominante para proponer una metodología de cálculo utilizando los valores de 96 cuencas de Europa y África, empleó un proceso gráfico y consiguió rectas de regresión donde se agrupaban dichos valores.

Posteriormente relacionó la degradación con el índice  $p^2/P$  (concentración pluvial) siendo «p» el mes más lluvioso del año y «P» la lluvia media anual obteniendo cuatro rectas de regresión lineal.

El análisis de la fundamentación de los agrupamientos está en los factores clima y relieve de la cuenca.

Para el relieve tuvo en cuenta el coeficiente

$$CO = \frac{H^2}{A} \times 10^3 = 60$$

Para caracterizar el clima utilizó la clasificación climática de Turc, definiendo el déficit de escorrentía (D) = 662.5 mm

Distintas consideraciones permitieron a Turc (Mármol, L., 2006) definir empíricamente 3 clases de clima hídrico, suponiendo  $P = D$ , toda  $P_p$  es EVR (condición de aridez máxima) por lo cual la siguiente relación  $p^2/L^2 = 0,1$ , quedando  $P = 0,316 * L$  y en base a

este valor y su duplo tenemos:

$P = 0.316 \times 924.03 = 292$ , siendo  $P = 901$  mm tenemos clima húmedo.

$P < 0,316 * L$  clima árido  
 $0,316 * L < P < 0,632 * L$  clima semiárido  
 $P > 0,632 * L$  clima húmedo

Las ecuaciones de las rectas son las siguientes:

$CO < 6$   $p^2/P < 20$  recta A  $y = 6.14 * X - 49.78$   
 $p^2/P > 20$  recta B  $y = 27.12 * X - 475.4$

$CO > 6$  cualquier clima  
 Menos semiárido recta C  $y = 52.49 * X - 513.21$

Clima semiárido recta D  $y = 91.78 * X - 732.62$

Donde y: degradación específica ( $t \text{ km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ )  
 X: concentración pluvial  $p^2/P$

Para realizar la Degradación específica se ha tomado la superficie total de la Serranía de Vaqueros considerando todos las subcuencas que en ella se encuentran.

La concentración pluvial de la serranía de Vaqueros es de 48.94 mm, el CO de 60, correspondiendo a un relieve accidentado.

Según el CO mayor de 6 y el clima no semiárido (definido como húmedo) se desarrolla la recta «C».

$$Y = 52.49 \times 48.94 - 513.21 = 2055.6 \text{ t km}^{-2} \text{ año}^{-1}$$

Con el modelo de Fournier se obtiene una degradación específica en la serranías de Vaqueros de  $2055.6 \text{ t km}^{-2} \text{ año}^{-1}$ , lo que indica según Farías et al. (2003) una degradación muy alto y alto.

Fournier, en el desarrollo de su modelo, atribuye al factor climático una influencia dominante, siendo la precipitación el factor de mayor peso, mientras que los factores suelo y relieve ejercerían el control de la pérdida de suelo aumentando o retardando sus efectos (Mármol, 2008).

Otros modelos disponibles actualmente permiten estimar el volumen de sedimentos que se produce por unidad de tiempo (un año generalmente) y unidad de superficie (ha o  $\text{km}^2$ ). Además del modelo de Fournier (Francia, 1960) se tienen otros que estiman la erosión hídrica, mediante la pérdida de suelos y/o producción de sedimentos de la cuenca, como el modelo de USLE (USA, 1955) con características de clima, suelo, relieve y cultivo obteniéndose la pérdida potencial anual media de suelo. También el modelo de Gravičovic-Djorovic (Serbia, 1974) que tiene en cuenta diferentes

factores como la vegetación, lluvia, suelo, relieve, coeficiente de erosión que tiene presente la erodabilidad del suelo y los procesos erosivos observados, estimando la cantidad de material producido por erosión superficial en una cuenca, y que es transportado a la sección del río que la define (Olmos et al, 2003). La aplicación del método utilizado y de los nombrados requiere de un control y de un seguimiento temporal de los diferentes parámetros que implica.

En las Serranías de Vaqueros, una de las actividades es la ganadería, que realizada sin prácticas de manejo, producen un deterioro en la cubierta del pastizal de la cuenca (Foto 1), es por ello que se debería determinar la capacidad de carga de los pastizales para tratar de controlar una carga animal que excede muchas veces la cantidad de forraje disponible. En futuros trabajos de investigación se realizaran análisis mas en detalle de la capacidad de carga animal para esbozar prácticas de manejo para este tipo de ganado, como para el caprino y ovino observado en las visitas de campo.



Foto 1: Imagen de la Serranía de Vaqueros y cubierta de suelo deteriorada.

Son frecuentes las prácticas de motociclismo todo terreno, actividad de poder erosivo que puede producir la desestabilización de las laderas con fuertes pendientes por lo que deberían establecer circuitos en sectores adecuados y evitar los de relieve más abrupto.

Los desmontes sobre el pie de monte destinados a loteos para la instalación de countries, deben ser controlados por normas de urbanización dependientes

de la máxima institución de la localidad como es la Municipalidad. Además según la clasificación por capacidad de uso del Servicio de Conservación del suelo estas tierras son de uso limitado, y la realización de dichos desmontes debe realizarse bajo estrictas normas de control para evitar construcciones de calles a favor de la pendiente, construcción de casas en zonas de suelos no aptos, etc.



También se debe identificar sitios de la cuenca donde se deben implementar medidas de rehabilitación y ordenación dirigidas a objetivos concretos como la restauración de terrenos agrícolas degradados, la repoblación forestal y las prácticas adecuadas de cultivo.

### CONCLUSION

La zona de estudio que forma parte de las cuencas de los ríos Vaqueros, La Caldera, Yacones y Wierna, tiene una superficie aproximada de 3550 ha, con un perímetro de 25.9 km, con un relieve suave desde las nacientes hasta la localidad de Vaqueros, con una pendiente media del terreno de 14 %, clasificada como accidentada.

El colector del A° Vaqueros fue tomado como cuenca piloto, por tener en su desembocadura una estación de toma de datos de precipitación y de temperatura, esta definido como un curso de montaña torrencial, con un Índice de Compacidad (Kc) o de Gravelius calculado fue de 1.76 correspondiente a una conformación Rectangular oblonga a casi rectangular.

En la Curva hipsométrica de la Serranía de Vaqueros se pudo observar una altitud mayor a 1470 m, con una altitud media de la zona del A° Vaqueros de 1452 m.

La clasificación climática propuesta por Thornthwaite, define la cuenca con un tipo climático B1B'2 ra' (Húmedo, mesotermal, nula o pequeña deficiencia de agua y baja concentración estival de la eficiencia térmica).

Se realizó un aforo luego de una precipitación de 86 mm registrado en pluviómetro distante 50 m del cauce que dio un valor de  $Q = 0.34 \text{ m}^3 \text{ seg}^{-1}$ , no interpretándose como un caudal medio de la cuenca sino como la respuesta del A° Vaqueros a dicha precipitación (días anteriores la precipitación posiblemente se insume como recarga).

La ganadería sin ningún manejo perjudica la regeneración de los pastizales y con ellos una buena cobertura de los suelos.

La aplicación del método para el diagnóstico de degradación ambiental por erosión hídrica superficial con el método de Fournier permitió el cálculo de la degradación que se produce en la serranía.

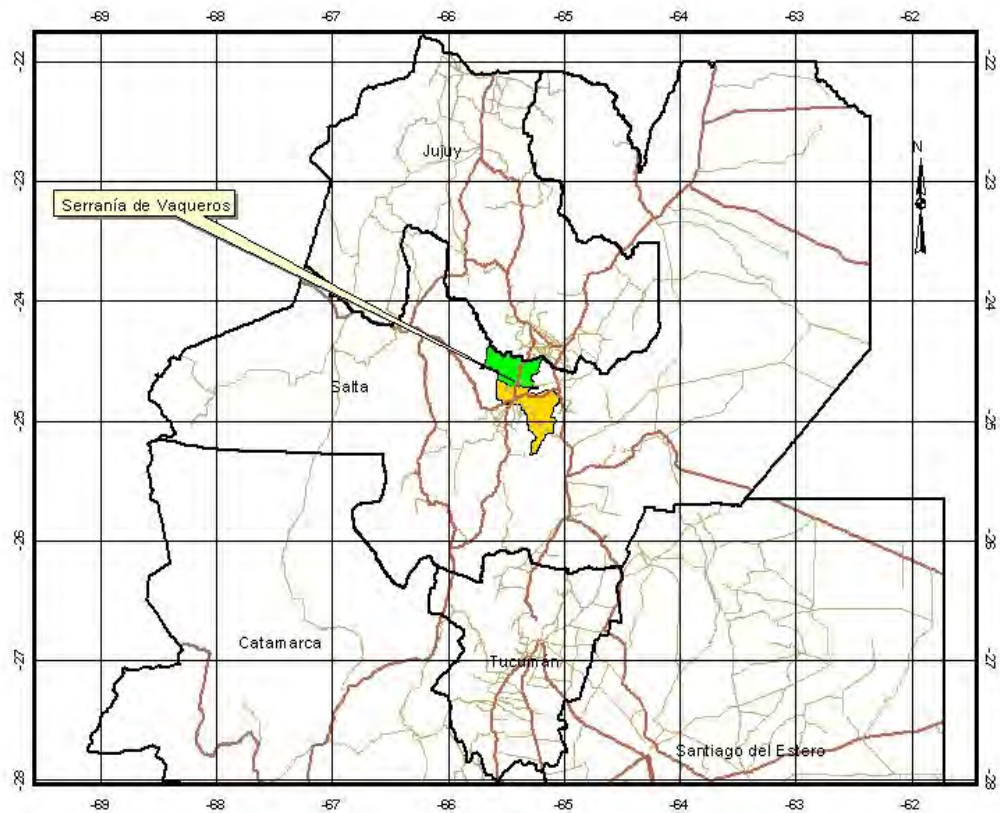
Según los niveles de degradación de cuencas hidrográficas la clasificación establecida es «Degradación Alta», siendo necesario realizar el manejo integral de la serranía, e investigar en el futuro los Índices de Protección Hidrológica (IPH) que permitirán tener un conocimiento de la actuación de la vegetación que atenúa la energía de la caída de la gota de lluvia y evita la degradación (Foto 2).



Foto 2: Cuenca en la Serranía de Vaqueros.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bianchi, A.R., 1996. Temperaturas media estimadas para la región Noroeste de la Argentina. INTA. Salta Argentina. 1-14.
- Bianchi, A.R. y Yáñez C. 1992. Las precipitaciones en el Noroeste Argentino. INTA. Salta. Argentina. 2 edición 1-383.
- Chalabe, E. (1979). Estratigrafía y tectónica de la sierra de Vaqueros (entre los ríos Wierna y Vaqueros), departamento La Caldera, Prov. de Salta. Seminario II. Universidad Nacional de Salta, Salta. 1-53
- Digilio, A. y P. Legname. 1996. Los árboles indígenas del Noroeste Argentino. Opera Lilloana, 34: 1-226.
- Farías, H. D., M. J. Borsellino y M. T. Pílan. 2003. *Técnicas para la Estimación de la Producción de Sedimentos en Cuencas con Escasos Datos Hidrológicos. Aplicaciones en la Región NOA*. Congreso Regional de Ciencia y Tecnología. NOA 2.003. Sección Ciencias de la Tierra y Ambientes. Universidad Nacional de Catamarca. 1-18.
- García, R. , Baudino, G., Moya, F. y C. Valderrama. 1987. Estudio Aplicado de Suelos en las Microcuencas del Municipio de Vaqueros. Dpto la Caldera. Prov. Salta. Facultad Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. 1-38.
- Mármol, L.C. 2000. Monografía Curso de Post-Grado Degradación de Cuencas Hidrográficas. Cátedra Manejo de Cuencas Hidrográficas. Cuenca del Río Vaqueros. Facultad de Cs. Naturales. UNSa. 1-31
- Mármol, L. A. 1996. Erosión Hídrica y Sedimentación en Cuencas Hidrográficas. Curso taller de Actualización. Cátedra de Manejo de Cuencas. Facultad de Ciencias Naturales. UNSa. 1-46 pag., 10 tablas.
- Mármol, L. A. 1996. Estudio y Manejo de Zonas Naturales en Selva Subtropical de Salta y Jujuy con factibilidad de ser consideradas Áreas Protegidas. Informe Final. Proyecto de Investigación N° 379. Consejo de Investigación UNSa. Argentina. 1-41 pag, 5 mapas, 6 cuadros.
- Mármol, L. A. 2006. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas y Corrección de Torrentes. Facultad de Ciencias Naturales. UNSa. Argentina. ISBN 987-05-0569-4. 1-287.
- Mármol, L. A. 1996. Descripción del Sistema Biofísico y Pautas de Manejo de Cuencas Municipales Abastecedoras de Agua. Informe Final Proyecto N° 631. Consejo de Investigación. UNSa. 1-67
- Mármol Luis y Laura M. de Ferretti: «Las lluvias en el sector Noroeste del Valle de Lerma, Prov. de Salta. X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología Mar de Plata. Oct. 2004. en CD Área Temática N°1
- Ortiz Vera, O. 2004. *Evaluación Hidrológica*. HIDRORED. Red Latinoamericana de Micro Hidroenergía. Revista Digital. Lima, Perú. 1-16
- Yáñez, C. y D. Fontagnol. 1985. PROGRAMA «BALHIDRI-CO» (INTA-SALTA)



Mapa de Ubicación Serranía de Vaqueros

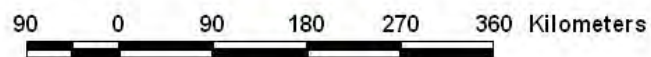


Figura 1: Mapa de ubicación de la Serranía de Vaqueros.

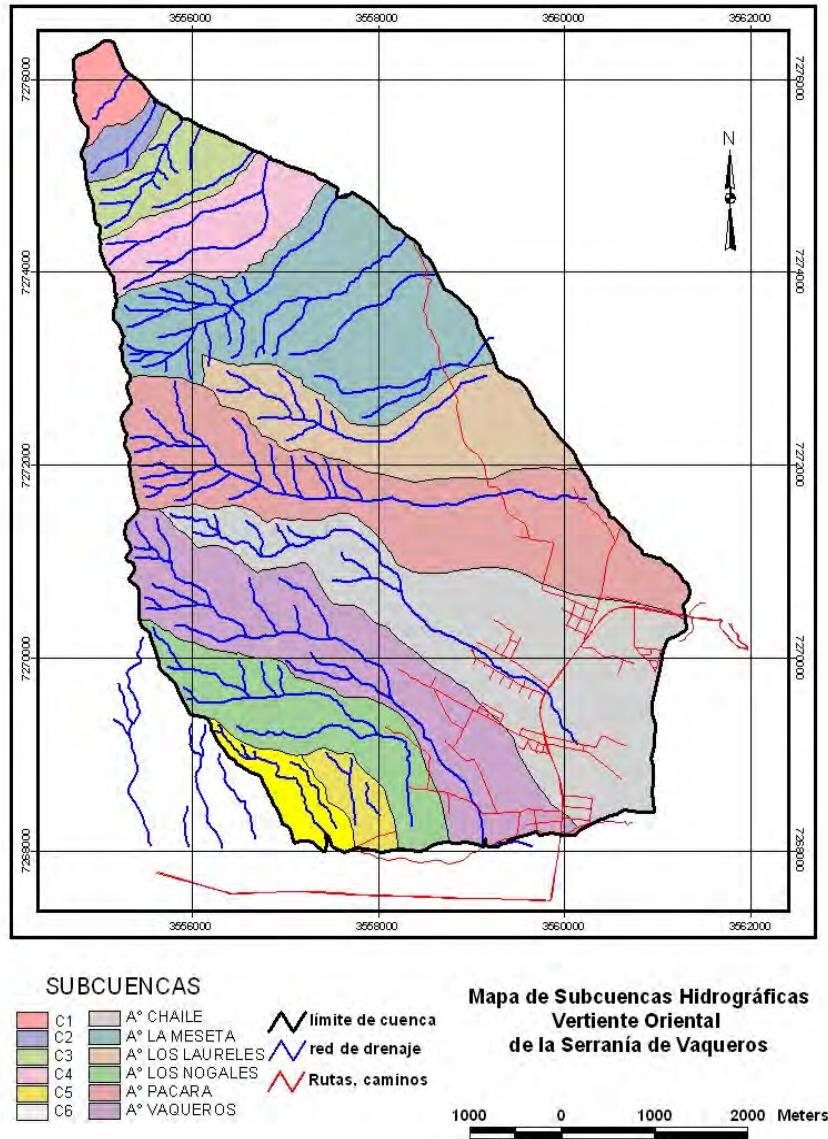


Figura 2: Mapa sucuencias Vertiente Este de la Serranía de Vaqueros



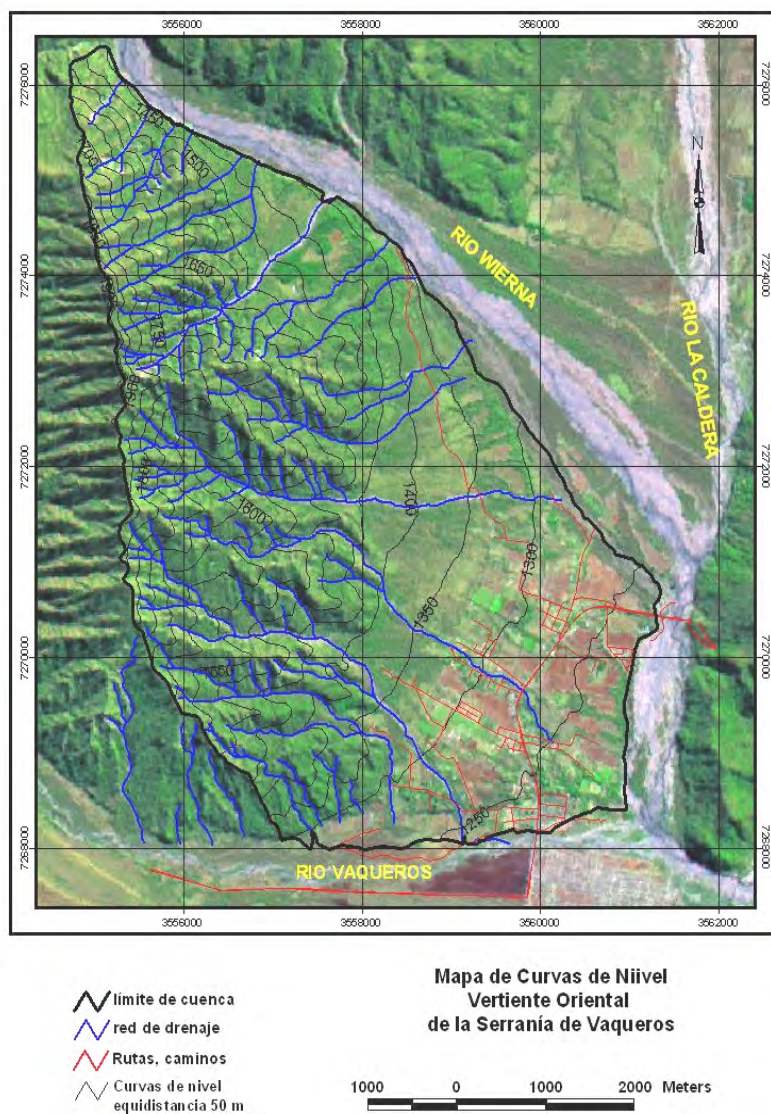


Figura 3: Mapa topográfico y forma de la cuenca de Vertiente Este de la Serranía de Vaqueros

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura	21.2	20.6	19.2	16.2	13.3	10.4	10.1	12	14.4	17.7	19.5	20.9	16.3
Precipitación	210	186	160	46	13	4	3	3	7	36	75	158	901
Ev. potencial	86	77	81	63	49	32	32	40	50	68	73	83	735
Ev. Real	86	77	81	63	44	25	21	23	26	48	73	83	650
Déficit	0	0	0	0	-5	-7	-10	-17	-24	-21	0	0	-85
Exceso	64	109	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	251
Escurrimiento	32	70	74	37	19	9	5	2	1	1	0	0	251
Et. Relativa	100	100	100	100	91	77	67	57	51	70	100	100	88

Tabla 2: Balance hídrico de las Serranías de Vaqueros. - Los datos de temperaturas fueron tomados realizando el algoritmo del modelo INTASAL-TEMP y precipitaciones medias mensuales fueron extraídos de archivos de datos tomados en la estación particular de Vaqueros con un registro de 15 años.

## **ESTUDIO INTEGRAL DE LA CUENCA DEL RÍO POTRERO (SALTA, ARGENTINA)**

### **INTEGRAL STUDY OF THE BASIN OF RIVER PASTURE (SALTA, ARGENTINA)**

Martínez Scherer, L., S. Ferreira, J.J.Corra, E. Visentini y V. Romero<sup>1</sup>

#### **RESUMEN**

La cuenca se encuentra situada en la Cordillera Oriental. El río Potrero está formado por la confluencia de los ríos Cuesta Grande y La Calderilla. El clima es subtropical serrano con estación seca. Existen aproximadamente 2400 has bajo riego permanente y 1100 has bajo riego eventual (de abril a agosto). Existe un trasvase de cuenca, por medio de medio de un acueducto, desde el Río Potrero hacia Finca Las Costas.

Del estudio del complejo físico de la cuenca se obtiene que el relieve es accidentado, con un elevado porcentaje de pendiente. La cuenca en estudio se encuentra degradada por la práctica de ganadería extensiva sin control, la reducción de la cubierta herbácea, y desprotección del suelo. Los grados de erosión hídrica del área de trabajo corresponden a erosión grave (clase 4) y muy grave (clase 5) en el 50 % de la cuenca. La vegetación natural está constituida por bosques de Selva Montana, arbustales y pastizales. Se realizan cultivos y forestaciones. Existe una distribución de la población irregular y falta infraestructura vial. Migración de los jóvenes por búsqueda de trabajo en la ciudad y núcleos poblacionales cercanos. A esto se suma el problema de la propiedad de la tierra.

**Palabras clave:** Cuenca hidrográfica, línea de base, diagnóstico, río Potrero

#### **SUMMARY**

The Potrero River Basin is located in the Eastern Mountain Range. Potrero River is formed by the confluence of Cuesta Grande and La Calderilla rivers. Its climate is subtropical serrano with dry season. There are approximately 2400 has under permanent irrigation and other 1100 Has which are eventually irrigated (from April to August). There is a river basin transfer in the middle of an aqueduct from the Potrero River towards Finca las Costas.

According to the study of the physical complex of the river basin, the relief is rugged with a high percentage of slope. The studied basin is diminished by the extensive practice of non-controlled stockbreeding, the reduction of the herbaceous cover and the unprotected soil. The degrees of hydric erosion in the work areas correspond to Serious Erosion (class 4) and very Serious (class 5-) in the 50% of the river basin. The natural vegetation is constituted by woods of Montana Forest, Shrubs and Grass. Cultivation and Forestation are made here. There is distribution of irregular population and lack of road infrastructure. Young People migrate towards the city and near population nuclei for job searching. Moreover, there is a problem regarding land possession.

**Key words:** Hydrographic river basin, environmental base line, Potrero River

<sup>1</sup> *Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Cátedra Gestión Ambiental y Ordenación Territorial. Consejo de Investigación. Avda. Bolivia 5150 (4400) Salta, Argentina. [lmartische@yahoo.com.ar](mailto:lmartische@yahoo.com.ar)*

## INTRODUCCIÓN

El río Potrero tiene una importancia fundamental en la provisión de agua potable para uso de la población de la ciudad de Salta y para riego del sector N del Valle de Lerma. La Cuenca de este río (315 km<sup>2</sup>) forma parte del Sistema Juramento–Salado y pertenece a la Provincia Geológica de Cordillera Oriental, en las vertientes del Oeste de la Sierra de Lesser.

La cuenca del río Potrero se encuentra distante a 16 km, al oeste de la ciudad de Salta Capital, emplazada en el Departamento de Rosario de Lerma, República Argentina.

### Objetivos

- \* Determinar las características físicas e Hidrológicas de la cuenca
- \* Conocer los aspectos sociales
- \* Establecer la problemática ambiental y social de la misma

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se siguió la metodología de Méndez Vergara, E., (1990), recopilando información bibliográfica y técnica de la zona de estudio. Se calculó el Balance Hídrico y el tipo climático.

En gabinete, con imagen satelital y fotografías aéreas del área de estudio se determinaron las características morfológicas principales de la cuenca y cauce principal.

El estudio de la vegetación se basó en los trabajos de Belmonte, S., (2002), Ferreira y otros, (1998, 2000, 2002) y Romero, E. (2008). Para caracterizar los aspectos socio-económicos se analizó la información del Censo Nacional 2001 y de Belmonte, S., (2002).

La caracterización morfológica e hidrológica se basó en el trabajo de Martínez Scherer, L., (2008). En la Figura 1 se puede observar el mapa de ubicación de la cuenca del río Potrero, sus límites y el diseño de la red de drenaje.

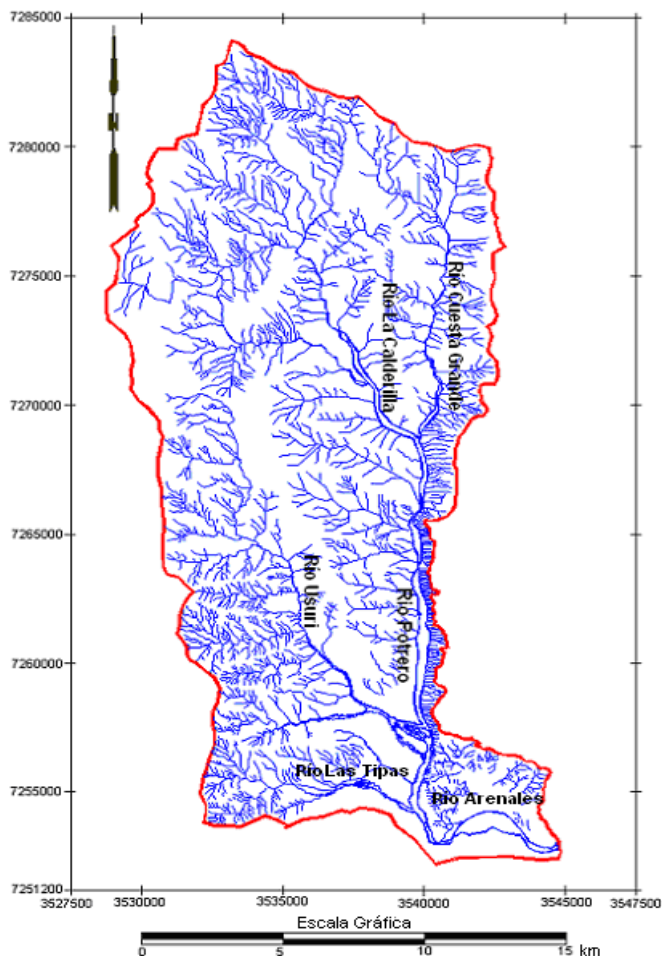


Figura 1. Mapa de Ubicación de la Cuenca del río Potrero (Martínez Scherer, 2008)



**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Clima**

El clima es subtropical serrano con estación seca. La temperatura media anual es de 16,4 °C con una precipitación media anual de 1046 mm para el sitio Potrero de Díaz. El tipo climático corresponde, según

Thornthwaite: **B2, r, B'2, a'**. Significa que es húmedo, con nula o pequeña deficiencia de agua, mesotérmico y con menos de 48 % de eficacia térmica durante la época de verano (ETP/ETPA).

En Tabla 1 se puede observar los valores utilizados para determinar el balance hídrico para la Estación Potrero de Díaz.

Características	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Temperatura (°C)	21,2	20,5	19,1	16,2	13,4	10,4	10,1	11,9	14,3	17,5	19,4	20,8	16,2
Pp. Mensual (mm)	242	229	163	45	12	7	4	7	11	50	98	178	1046
E.T. Potencial	85	76	80	76	49	32	31	39	49	67	72	81	739
E.T. Real	85	76	80	71	35	18	13	15	18	52	72	81	619
Déficit	0	0	0	-5	-15	-14	-18	-24	-31	-14	0	0	-121
Exceso	157	153	83	0	0	0	0	0	0	0	0	35	427
Escorrentamiento	87	120	101	51	25	13	6	3	2	1	0	18	427
E. Relativa	100	100	100	94	70	57	43	39	27	78	100	100	84

Tabla 1. Balance hídrico de Potrero de Díaz

De abril a octubre se puede apreciar un déficit de agua, coincidente con el período de estiaje del NOA. Esta carencia alcanza, aproximadamente, los 121 mm al año. Los excesos se concentran desde diciembre hasta marzo, estos se producen como consecuencia

de las lluvias estivales y son coincidentes con el valor de escorrentamiento.

En la Figura 2, los valores de mayor precipitación son coincidentes con los de mayor temperatura (diciembre a febrero).

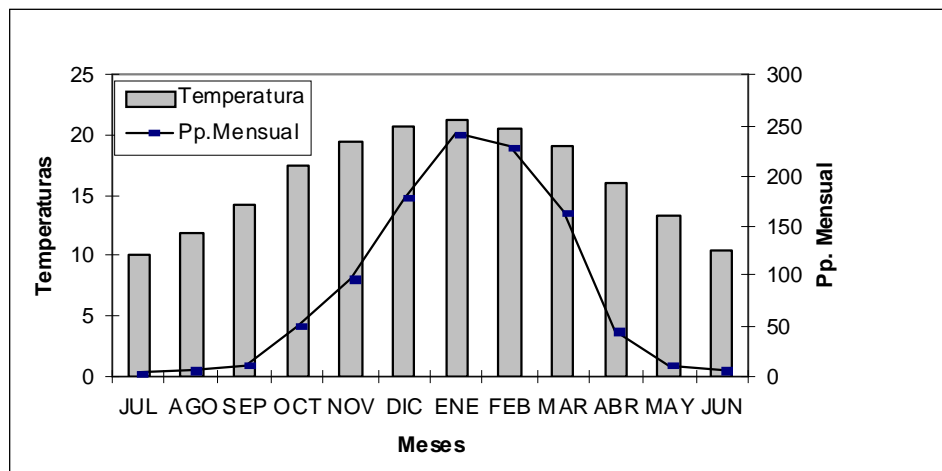


Figura 2. Climograma en Sector Potrero de Díaz

**Geología y Geomorfología**

La cuenca se encuentra situada en la Cordillera Oriental. En las vertientes del Oeste de la Sierra de Lesser. En cuanto a su geología, la cuenca del Río Potrero presenta una tectónica marcadamente compresiva caracterizada por el fallamiento y el plega-

miento complejo. En el área de la cuenca se encuentran las siguientes formaciones y grupos geológicos: Precámbrico (Formación Puncoviscana), Cámbrico (Grupo Mesón), Ordovícico (Grupo Santa Victoria), Cretácico (Formación Yacoraité) y Depósitos aluviales.

La falla principal se denomina falla de Potrero, tiene rumbo submeridional y plano buzante hacia el este. Pone en contacto depósitos paleozoicos o cretácicos con la Fm Puncoviscana (Li, M., 1994). Sedimentos terrazados del cuaternario inferior están afectados por la falla, lo que demuestra que se trata de una estructura con reactivaciones recientes y sugiere la posibilidad de actividad sísmica (Amengual, R., 1990).

#### Hidrografía

El río Potrero está formado por la confluencia de los ríos Cuesta Grande y La Calderilla, en el punto denominado La Horqueta, aproximadamente a 1910 msm. El mismo avanza en sentido norte-sur, recibiendo aporte de afluentes menores en la margen derecha como lo hace el Usuri y Las Tipas. Al llegar a El Encón, el río cambia marcadamente de dirección (de sudoeste a noreste), esto como consecuencia de la falla homónima al río. Al producirse ese giro deja de llamar-

se Potrero para ser designado Arenales. Con ese sentido avanza hasta la confluencia con el río Arias. Posteriormente el río Arias-Arenales avanza hasta el Embalse General Belgrano (Cabra Corral) conformando la Cuenca del Juramento.

En Tabla 2 se indican los valores de caudal ( $m^3/s$ ) obtenidos durante el período agosto 2006 hasta julio 2007, en el punto de cierre de la cuenca. Como se puede observar, los valores conseguidos en el transcurso de los últimos dos años, están comprendidos dentro de los valores medios calculados por EVARSA. Se realiza trasvase de cuenca desde el Río Potrero hacia Finca Las Costas para conducir el agua a la planta potabilizadora de Alto Molino (Aguas del Norte), con el fin de potabilizarla y posteriormente distribuirla a gran parte de la ciudad de Salta (Martínez Scherer, L., 2008).

Las mediciones de caudal realizadas en campo durante 2006 – 2007, arrojan los siguientes valores (en  $m^3/s$ ):

Meses	$m^3/s$
Agosto 06	3.55
Septiembre 06	1.11
Octubre 06	2.3
Noviembre 06	1.21
Diciembre 06	4.00
Enero 07	16.88
Febrero 07	s/d
Marzo 07	8.25
Abril 07	10.86
Mayo 07	5.17
Junio 07	2.04
Julio 07	2.33

Tabla 2. Datos de aforos (Martínez Scherer, 2008)

Del total del caudal, una parte importante se desvía hacia el canal de riego que provee de agua a unos 200 usuarios. Existen aproximadamente 2400 has con riego permanente y 1100 has bajo riego eventual (de abril a agosto).

Con la construcción del Acueducto Sur se prevé captar y conducir agua desde El Encón y Campo Quijano, hacia los puntos de consumo ubicados en el área rural del oeste de la ciudad de Salta y en los sectores sur – oeste de dicha ciudad, a fin de reemplazar las actuales fuentes de provisión de agua, que presentan problemas para satisfacer las demandas de caudal y de calidad a los vecinos. Los barrios beneficiados son 41 (ASSA, comunicación personal).

#### Características Morfológicas

Las características morfológicas de una cuenca forman parte, junto con la geología, los suelos y la vegetación, del complejo físico de la misma (Mármol, L. 2008).

#### Parámetros de Forma

En la Tabla 3 se presentan los parámetros de forma y relieve de la cuenca del río Potrero. En la Tabla 4 están representados los parámetros hidrológicos del río.

Superficie (km <sup>2</sup> )	315
Perímetro (km)	95.7
Índice de Compacidad o Gravelius (Kc)	1.39
Factor Forma (Ff)	0.29
Relación de Forma de Horton (Rf)	0,1
Ancho Máximo (Wm)	13.96 km
Índice de Alargamiento (Ia)	2.52
Altitud Media (Hm)	2600 m
Pendiente Media del terreno (Jm)	51 %
Coeficiente de Masividad (CM)	7.12
Coeficiente Orográfico (CO)	23

Tabla 3. Parámetros de forma y relieve. Fuente: Martínez Scherer, L. (2008)

Basándose en el índice de Compacidad, la forma de la cuenca es *oval redonda a oval oblonga*. En este caso se acerca más a *oval oblonga*, está indicando que la red de drenaje tiene una tendencia a que los caudales de punta tarden más en llegar al punto de cierre.

En cuanto a la relación de Forma de Horton es *cuadrada con salida lateral*, con un ancho promedio de 10,43 km, longitud axial (La) de 35,19 km y una longitud

máxima (Lb<sup>2</sup>) de 3406 km. Con todo esto se puede decir que el largo de la cuenca es 2,52 veces el ancho de ella, lo que indica la tendencia a concentrar grandes volúmenes de agua de escurrimiento.

El Coeficiente Orográfico demuestra que el relieve es accidentado, con un elevado porcentaje de pendiente que influye en la velocidad que adquiere el agua generando gran capacidad de erosión y arrastre de sólidos.

Número de orden del cauce (Nu)	6 <sup>o</sup>
Frecuencia de Drenaje (F)	5.53
Coeficiente de Torrencialidad (Ft)	4.53
Canal de Alimentación (C)	0.25 km
Longitud de flujo de superficie (Lo)	0.13 km
Frecuencia de Drenaje (I)	10.61 km <sup>2</sup>
Pendiente Media del río (j)	7.79 %
Relación Área – Longitud (L)	47.77
Densidad de drenaje (Dd)	3.91

Tabla 4. Parámetros Hidrológicos. Fuente: Martínez Scherer, L. (2008)

La altitud media es de 2600 msm. En base a la curva hipsométrica se determinó que la mediana de la altitud es de 2800 msm. En el 50 % del área acumulada se encuentra la mediana de la altitud.

En función de las fajas altitudinales se construyó la curva hipsométrica de la cuenca de estudio (Figura 3). Se trata de una cuenca montañosa de grandes pendientes.

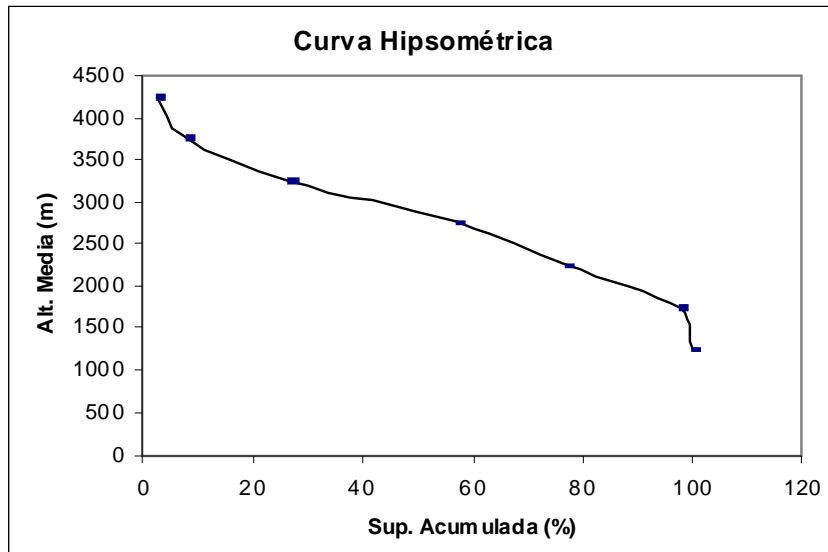


Figura 3: Curva Hipsométrica de la Cuenca del río Potrero

En la Tabla 5 se expresa los tipos de densidad de drenaje (D) en función de los valores calculados según Gómez Espigares, J. (2003). En la Tabla 6 se presentan el número de cauces para cada tipo de orden del río estudiado, mientras que en la Tabla 7, las relaciones de bifurcación para los cauces de los distintos ordenes.

Densidad de drenaje	Valor de D	Textura
Baja	3 – 14	Gruesa
Media	12 – 16	Media
Alta	30 – 40	Fina
Muy Alta	200 – 500	Ultra fina

Tabla 5. Densidad de drenaje (D) (Fuente: Gómez Espigares, J. 2003)

El estudio de la densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada con respuesta hidrológica lenta al influjo de la precipitación.

Orden del cauce	Número de cauces
1	1.654
2	301
3	46
4	13
5	3
6	1

Tabla 6. Número de cauces

Orden del cauce	Rb
1	5.56
2	6.54
3	3.54
4	4.33
5	3
6	-

Tabla 7. Relación de Bifurcación (Rb). Fuente: Martínez Scherer, L. (2008)

La ley de bifurcación, de ser constante, no se cumple en esta cuenca, lo que indica que no es una cuenca madura, y por tanto seguirá actuando la erosión e irán apareciendo nuevos cauces (Gómez Espigares, J. 2003).

La densidad de drenaje para el río Potrero es gruesa. Estos valores son frecuentes en áreas de terrenos permeables y baja intensidad de lluvia. (Vich, 1996). En sitios donde los materiales sueltos son resistentes a la erosión o muy permeables y donde el relieve es bajo, ocurren densidades de drenaje bajas (Linsley y otros, 1977).

Al tener una densidad de drenaje baja, la respuesta de la cuenca frente a una tormenta será lenta, evacuando el agua en más tiempo que otra cuenca con densidad más alta (Gómez Espigares, J. 2003).

**Suelos**

Las propiedades del suelo más importantes a tener en cuenta son: textura, estructura, contenido de materia orgánica, porosidad y características hidráulicas. La escorrentía disminuye en los suelos arenosos y aumenta en los suelos compactos; el coeficiente de escorrentía en suelos arcillo-arenosos o arcillo-limosos es de 25 a 30 %, y de 10 % en suelos arenosos (Vich, 1996).

Los suelos representados (Nadir y Chafatinos, 1990, 1995), pertenecen a las siguientes asociaciones:

Asociación Quijano (Qj)

Asociación La Quesera – La Quesera Chica (Lq-Lqc)

Afloramiento La Poma – Nazareno (Af + Lp-Na)

Los grados de erosión hídrica del área de trabajo corresponden a *erosión grave* (clase 4) y *muy grave* (clase 5) en el 50 % de la cuenca. (Ferreira, S., 1998).

**Vegetación**

La vegetación natural está constituida por bosques, arbustales y pastizales de las siguientes provincias fitogeográficas:

- *Provincia de las Yungas* (1200-2400 msm), con sus pisos característicos: Selva Montana, bosque montano y pastizales serranos y de niebla.
- *Provincia Puneña* (2400-3500 msm), formada por estepas arbustivas y gramíneas.
- *Provincia Alto andina* (3500-4200 msm) caracterizada por pastizales en carpeta.

En la zona se realizan cultivos de tabaco, maíz y hortalizas en las partes bajas. Existen forestaciones de *Pinus sp.*, *Eucalyptus sp.* y *Cupressus sp.*, y numerosas granjas avícolas. La mayoría de las familias de pobladores locales realizan agricultura de subsistencia, vendiendo parte de lo que producen o truecan con sus vecinos.

**Aspectos Socioeconómicos**

La mayoría de las familias ubicadas en este sector radican desde hace varias generaciones, con un patrón de asentamiento disperso que se acentúa en los lugares más alejados de la cuenca. Los datos de distribución de la población se muestran en la Tabla 8.

Zonas	Mujeres	Varones
Baja	31	54
Media	97	143
Alta	13	19
Total	150	216

Tabla 8. Distribución de población por sexo, según zonas de la cuenca.

La población se compone principalmente de ancianos, la migración de los jóvenes es por búsqueda de trabajo en la ciudad y núcleos poblacionales cercanos. Algunas familias de la zona alta practican la trashumancia, es decir, tienen 2 puestos para invierno y verano, y durante el año se trasladan buscando el mejor alimento para su ganado.

## DISCUSIÓN

Comparando con los datos de García Bes (1999), que trabajó en la Alta Cuenca del Mojotoro, cuenca montañosa con características geológicas, edafológicas, de vegetación, clima, relieve y uso del suelo semejantes a la cuenca del Potrero (Tabla 9), se obtienen los siguientes parámetros:

Parámetros	Alta Cuenca Mojotoro	Cuenca Potrero
Superficie (km <sup>2</sup> )	819	315
Índice de Compacidad (kc)	1.48	1.39
Perímetro (km)	116	97.43
Pendiente media (%)	26.2	39
Derrame anual (hm <sup>3</sup> )	479.8	2204
Escorrentamiento (mm)	586	427
Precipitación media anual (mm)	870	1046
Temperatura media anual (°C)	11.76	16.2
ETP anual	625.81	739

Tabla 9. Parámetros de la cuenca del río Mojotoro y del río Potrero

Si bien ambas cuencas son de gran tamaño y de forma oval redonda a oval oblonga (debido al Índice de Compacidad), la Alta Cuenca del Mojotoro presenta una mayor superficie y perímetro.

La Cuenca del Potrero es una cuenca montañosa con altitud media y mediana muy elevadas. De relieve accidentado debido a que presenta un Coeficiente Orográfico mayor a 6 y con pendientes muy abruptas, en promedio rondan el 39 %, por lo que el tiempo que lleva el agua de lluvia en concentrarse en lechos fluviales es breve y por lo tanto presenta susceptibilidad a la erosión.

El derrame anual de 2204 hm<sup>3</sup>, que se observa en Potrero, indica la cantidad de agua que sale de la cuenca. Dicho valor está en relación con las elevadas precipitaciones que ocurren en la zona que, en conjunto con el relieve, suelo y vegetación, determinan un elevado valor de escurrimiento.

## CONCLUSIONES

La cuenca del río Potrero ocupa un área de 315 km<sup>2</sup> y se encuentra emplazada en un relieve montañoso, ubicada en la Provincia Geológica Cordillera Oriental. Corresponde a un valle intermontano, alargado en sentido meridiano y situado entre los cordones de Lesser y Alto La Salamanca. Presenta elevadas altitudes (2.670 m), pendientes pronunciadas (39%) y de considerable longitud. Un 21.33 % del total del área de la cuenca (67.2 km<sup>2</sup>) corresponden a roca expuesta.

Esta cuenca tiene importancia como fuente de provisión de agua para riego, consumo urbano e industrial. Se realiza trasvase de cuencas hacia Quebrada

del Astillero para la potabilización y distribución por *Aguas del Norte*, captación por parte del Consorcio de Riego *Sistema Hídrico Río Arenales* y, provisión para el *Acueducto Sur* que se encuentra en ejecución.

La forma de la cuenca es oval oblonga a rectangular oblonga, cuadrada con salida lateral. Presenta una longitud máxima de 33.2 km y su largo es 2.37 veces el ancho de ella, esto podría indicar una dinámica rápida del agua en los drenajes y en su potencial erosivo o de arrastre.

La forma del sistema de drenaje es alargado, anastomosado (trenzado) y el patrón de drenaje del río es dendrítico, con un cauce principal semirecto. Se trata de una cuenca torrencial debido a que el 82 % de los cursos son de primer orden, con pendientes que rondan el 85 % y de corta trayectoria, cuenta con numerosos torrentes efímeros.

Según Thornthwaite, el clima es húmedo, con nula o pequeña deficiencia de agua, mesotérmico y con menos de 48 % de eficacia térmica durante la época de verano (ETP/ETPA).

La margen derecha del río Potrero es la que exhibe una mayor predisposición a los deslizamientos y meteorización que se presentan en fajas.

Se determinaron tres unidades cartográficas de suelos; A: Asociación de Series – Afloramientos + La Poma + Nazareno, B: Asociación de Serie Uriburu y C: Serie Usuri. La clasificación por capacidad de uso se corresponde con las clases VIII (con predominio de los afloramientos rocosos, que presentan limitaciones tan severas que solo pueden ser destinados para áreas de protección y conservación de la vida silvestre y protección de cuencas), VII (limitaciones tan severas como

ser las fuertes pendientes en las laderas escarpadas, suelos muy someros, por esta razón no resultan apropiados para cultivos, quedando restringido su uso exclusivamente para pasturas naturales o vida silvestre) y **IV** (limitaciones muy severas que restringen la elección de cultivos o requieren de un manejo muy cuidadoso o ambos).

La capacidad de infiltración, en términos generales, corresponde a un nivel medio.

La zona presenta una distribución de la población irregular (tanto en densidad como socioeconómico) y falta infraestructura vial. Los organismos públicos y privados que tienen ingerencia en la cuenca, y la Asociación de Consorcio de Riego tienen una visión parcializada de la problemática de la zona y no están vinculados para aportar soluciones.

### BIBLIOGRAFÍA

Amengual, R. 1990. Estudio fotogeológico-geomorfológico de la cuenca del río Mojotoro. Administración General de Aguas de Salta. Informe interno, inédito. Salta. 58 pp.

Belmonte, S. 2002. Evaluación Multi-criterio de la Alta Cuenca del Río Potrero, Arias, y Vaqueros para establecer Pautas de Ordenación Territorial. Salta. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Salta. 284 pp.

Ferreira, S. 1998. Informe de Actividades del Proyecto N° 631. Consejo de Investigación. Descripción del Sistema biofísico y Pautas de Manejo de Cuencas Municipales Abastecedoras de Agua. Salta. 29 pp.

Ferreira, S., L. Mármol y L. Mármol de Ferretti. 2000. Problemática Ambiental de la Cuenca del Río Potrero (Salta, Argentina). Universidad Nacional de Salta. CIUNSa. 35 pp.

Ferreira, S. y L. Mármol. 2002. Aspectos Ambientales y Sociales que Impactan el Valle Superior del Río Arenales (Salta). Escuela de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. 10 pp.

García Bes, P. 1999. *Riesgos Hidrológicos en la Alta Cuenca del río Mojotoro*. Tesina de grado. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. 177pp.

Gómez Espigares, J. 2003. Restauración Hidrológico-Forestal de la Cuenca del Embalse de Cuevas de Almanzora. Anexo II. Descripción Física de la Cuenca. 218 pp.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Censo 2001.

Li, M. 1994. Levantamiento Geológico Expeditivo del Cordón de Lesser entre los paralelos 24° 30' y 24° 48' Latitud Sur. Salta, Argentina. Tesis Profesional. Escuela de Geología. Universidad Nacional de Salta. 98 pp.

Linsley, R., M. Kohler y J. Paulus. 1977. Hidrología para Ingenieros. Segunda Edición. Ed. McGRAW-HILL Latinoamericana. 382 pp.

Mármol, L. 2008. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas y Corrección de Torrentes. Universidad Nacional de Salta. 287 pp.

Martínez Scherer, L. 2008. Determinación de Procesos de Erosión Hídrica y Remoción en Masa. Estimación de Pérdida de Suelo en la Cuenca del río Potrero (Dpto. Rosario de Lerma-Provincia de Salta). Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. 74 pp.

Méndez Vergara E. 1992. Gestión Ambiental y Ordenación Territorial. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 184 pp.

Nadir, A., Chafatinos, T. 1990. Los Suelos del N.O.A. (Salta y Jujuy). Tomos 1 y 2. Salta. Argentina. 86 pp.

Nadir, A., Chafatinos, T. 1995. Los Suelos del N.O.A. (Salta y Jujuy). Tomo 3. Salta. Argentina. 428 pp.

Romero, E. 2008. Composición florística, Índices de Protección Hidrológica y Diversidad de la vegetación en la Cuenca del río Potrero (Provincia de Salta). Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. 73 pp.

Vich, A. 1996. Aguas Continentales. Formas y Procesos. Hidrografía. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina. X/22 pp.





## SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL NOROESTE ARGENTINO: ESTUDIO DE CASO EN AGUARAY, SALTA

### AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE ARGENTINE NORTHWEST: STUDY OF CASE IN AGUARAY, SALTA

Nicolópulos, M.C.; A. E. Ortín y M. E. Calzon <sup>1</sup>

#### RESUMEN

Los Sistemas Agroforestales constituyen la estrategia de uso de la tierra más utilizada por los campesinos y aborígenes de diferentes regiones del mundo, porque les permite realizar un uso intensificado de sus tierras y de sus recursos. El árbol ocupa un papel central, aportando sombra, reciclaje de nutrientes y productos adicionales (madera, leña, otros). En muchos sistemas se incluyen árboles y arbustos fijadores de nitrógeno (AFN), que pueden mejorar la fertilidad del suelo, por ejemplo *Leucaena leucocephala*, leguminosa originaria de Centroamérica, que ha sido adoptada por pequeños productores de todo el mundo. El objetivo de este trabajo fue analizar un Sistema Agroforestal en el Paraje Tobantirenda, Aguaray, Salta donde se emplea *L. leucocephala*, haciendo énfasis en las relaciones entre componentes, sus propiedades, beneficios y necesidades, y así comprender la racionalidad del productor. Se siguió la metodología del Enfoque de Sistemas. Se determinó que la inclusión de esta leguminosa trajo beneficios al recuperar tierras desgastadas por la sobreexplotación. El productor obtiene del sistema muchos productos de primera necesidad y excedentes económicos para la compra de otros pero posee, sin embargo, algunas limitaciones, por lo que el sistema sigue siendo de subsistencia.

**Palabras clave:** Sistemas Agroforestales, *Leucaena leucocephala*, Selva Pedemontana, Enfoque de Sistemas, Pequeños productores.

#### SUMMARY

The Agroforestry Systems constitute one of the most used strategy for the use of land by farmers and indigenous from different regions in the world, because they allow to carry out an intensified use of their lands and resources. This tree occupies a very important way of contributing by shade, recycle of nutrients and additional products (wood, firewood, other). Trees and bushes nitrogen fixers are included (AFN) they can improve the fertility of the soil, for example: *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit, native leguminous of Central America that has been adopted from all over the world by small producers. The objective of this work was to analyze an Agroforestry System in a small place called Tobantirenda, Municipality of Aguaray, Salta, where *L. leucocephala* is used, and making emphasis in the relationships among components, its properties, benefits and necessities, so as to understand the producer rationality. The methodology of focusing systems was followed. It was determined that the inclusion of this leguminous brought benefits when worn away lands by overuse were recovered; the producer obtains from the systems many products of first necessity and economic surpluses by purchase of others; but it possesses, however, some limitations, so that the system continues being of subsistence.

**Key words:** Agroforestry Systems, *Leucaena leucocephala*, Pedemontana forest, Focusing systems, Small Producers.

<sup>1</sup> Cátedra Sistemas Agroforestales y Silvopastoriles, Fac. Ciencias Naturales, UNSa. Av. Bolivia 5150, 4400 Salta. E-mail: mcecin@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Agroforestales constituyen la estrategia de uso de la tierra más utilizada por los campesinos y aborígenes de diferentes regiones del mundo. La combinación de diferentes elementos dentro de un mismo espacio, les permite obtener diversos productos para abastecer sus necesidades. De igual forma, se obtienen los insumos requeridos para reproducir el sistema cada año y, en algunos casos, excedentes para la venta (National Research Council, 1984; Montagnini y otros, 1992, Centro de Promoción Campesina de la Cordillera, 1992; Brown y Grau, 1993; Proyecto FAO-Holanda DFPA, 1995; GTZ, 1997; Mahecha, L., 2001).

Estos sistemas son estratégicos pues les permite realizar un uso intensificado de sus tierras y de sus recursos, que suelen ser escasos. En nuestro país, la proporción de campesinos y aborígenes que mantienen sistemas de subsistencia es muy elevada.

El árbol ocupa un papel central en la funcionalidad ecológica y económica de estos sistemas, aportando a la provisión de sombra, al reciclaje de nutrientes, y a la provisión de productos adicionales, entre otros.

En muchos sistemas se incluyen árboles y arbustos fijadores de N (AFN), que aportan también otra serie de propiedades que enriquecen al sistema, razón por la cual se denominan *árboles multipropósitos*. A nivel mundial, se destaca la utilización de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., en estos sistemas. Esta leguminosa originaria de Centroamérica es utilizada en diversos sistemas como por ejemplo en bancos forrajeros para suplementar la dieta del ganado, en la época en que el alimento de buena calidad escasea. Se consumen las vainas, flores, hojas y brotes que constituyen una fuente rica en proteínas (>20%). Sin embargo, los atributos potenciales de la leucaena están limitados por la presencia del aminoácido tóxico mimosina, que puede provocar en los rumiantes, crecimiento pobre, alopecia, lesiones del esófago y boca, niveles bajos de tiroxina y bocio (Ram y otros, 1994). Pero esto se puede solucionar mediante el manejo: combinación con otras forrajeras, acostumbriamiento, selección de cultivares y otros. En Brasil, Hawaii, Indonesia, Filipinas, y partes de la India, los rumiantes consumen la leucaena sin los efectos adversos debido a los microorganismos ruminales que degradan la mimosina (Ram y otros, 1994). Puede asociarse con cultivos agrícolas y pasturas, y/o cercas vivas (Montagnini y otros, 1992), aportando sombra para cultivos y animales, protección frente a las condiciones climáticas adversas, madera, leña (proveniente de la poda), entre otros. Pero la característica más sobresaliente es su capacidad de incrementar el nivel de nitrógeno en el suelo: Su sistema radicular desarrolla sim-

biosis con bacterias del género *Rhizobium*, formando nódulos. Estas bacterias fijan el nitrógeno atmosférico por lo que los niveles de este mineral se ven incrementados en el suelo, aumentando así su fertilidad. Las diferentes estimaciones de su capacidad fijadora dan cifras que varían entre 100-500 kg N<sub>2</sub>/ha/año (Montagnini y otros, 1992). Por otro lado, el follaje de la misma, las ramas y restos vegetales, al caer, contribuyen con aporte de materia orgánica, mejorando la estructura de la misma, la porosidad y contenido de agua (National Research Council, 1984).

El objetivo del trabajo fue analizar un Sistema Agroforestal en el Noroeste Argentino donde el productor introdujo *L. leucocephala*, haciendo énfasis en cuanto a las relaciones entre componentes, sus propiedades, beneficios y necesidades. El mayor interés del productor, al introducir esta leguminosa, fue el mejoramiento de la fertilidad de los suelos, sobre todo, en aquellos terrenos que fueron muy explotados con maíz y maní; además de conocer sus otras propiedades como árbol multipropósito.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en los predios de un pequeño productor en el Paraje Tobantirenda, Municipio de Aguaray, Provincia de Salta. El clima de la región es cálido tipo tropical con estación seca. La temperatura media anual es de 19,9°C, pudiendo llegar hasta máximos de 44,8°C; el mes más frío del año (julio) presenta una media de 14,2°C con probabilidad de heladas (Bianchi y Yañez, 1992). Las precipitaciones se concentran durante el período comprendido desde Octubre-Noviembre, hasta el mes de Abril aproximadamente, con máximas durante el mes de enero. La precipitación media anual es de 1070 mm (Bianchi y Yañez, 1992). Orográficamente, el Paraje Tobantirenda pertenece a la Región Geográfica denominada Sierras Subandinas. En la zona de estudio se destacan las serranías de Aguaragüe, al Oeste de la Localidad de Aguaray (Heredia, 2002). Frente a Tobantirenda se destaca el cerro homónimo: Aguaragüe (PSA, 1997). Más hacia el Oeste se encuentra la Sierra de San Antonio que presenta alturas no mayores de los 2600 m (Nadir y Chafatinos, 1990). Pertenece a la Provincia Fitogeográfica de las Yungas (Cabrera, 1976) o Selva Tucumano-Oranense, correspondiendo al Distrito de Selva de Transición o Pedemontana, por lo que se encuentran, también, especies típicas de la provincia Fitogeográfica Chaqueña.

Para describir y analizar el sistema agroforestal de este pequeño productor, se utilizó el Enfoque de Sistemas (Spedding, C.R., 1979), que considera a un Sistema como «un grupo de componentes que pueden funcionar recíprocamente para lograr un propósito común, son capaces de reaccionar juntos al ser estimulados

por influencias externas (...) y tienen límites específicos en base de todos los mecanismos de retroalimentación significativos». Como tal, posee los siguientes elementos: objetivo del sistema, límites, componentes, interacciones entre estos componentes, entradas y salidas, contorno, y subproductos.

El estudio se basó en la identificación de cada uno de estos elementos nombrados.

La toma de datos se realizó por medio de dos actividades: 1- Entrevista al productor, y 2- Observación y mediciones en campo.

En el primer caso se recurrió a la entrevista informal. Se estableció un cuestionario base conteniendo las preguntas relevantes para caracterizar el predio y se utilizó como guía para la entrevista, la metodología descrita por Montagnini y otros (1992). Se consultó sobre: tipos de cultivos sembrados, combinaciones entre los mismos, producción y usos de la misma, datos personales del productor, racionalidad en el manejo, tecnologías empleadas, necesidades del sistema, mejoras introducidas en su sistema, y relación que posee o poseía con diferentes instituciones que trabajan en la zona.

Para la observación de campo se realizaron recorridos del predio en compañía del productor y se obtuvieron los croquis de cada parcela dentro del predio. En cada parcela se determinó las especies cultivadas, área ocupada por cada una, cantidad de hileras por especies, disposición ocupada dentro de la finca, forma de asociación al componente arbóreo. Además se identificaron otras actividades que se realizan en el predio y las relaciones con los restantes componentes del sistema, haciendo hincapié en los beneficios ecológicos y productivos que se obtienen de dicha relación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El objetivo principal del sistema es obtener productos para el autoconsumo y excedentes para la venta, lo que le permite, a su vez, obtener productos que no se generan en su campo (arroz, aceite, ropa, etc.) de tal manera que su subsistencia se vea asegurada.

La extensión de su terreno es de 14 has aproximadamente, de los cuales 6,8 has son productivas y las 7,1 has restantes están sin uso (5,9 has de bosque nativo)

Se reconocieron los siguientes componentes, los cuales funcionan como subsistemas:

Alrededor de la vivienda se puede apreciar una combinación de especies conocida como **huerto casero mixto**, el cual constituye una práctica forestal muy antigua: los huertos familiares. Se caracterizan por ser muy complejos, presentar múltiples estratos de vegetación (de 2 a 5), alta diversidad de especies y no po-

seen hileras, bloques o parcelas definidas. «Tienden a mantener la producción todo el año y juegan un papel primordial en suplir los alimentos básicos a nivel familiar» (Montagnini y otros, 1992). El huerto de éste productor es de 3310 m<sup>2</sup> aproximadamente, donde se encuentran distribuidos, frutales, árboles para sombra, hierbas, plantas ornamentales e incluso gallinas.

**Plantación de frutales en combinación con *Leucaena***, de 7530 m<sup>2</sup> de superficie. Este subsistema se conformó en etapas a partir de 1993: se reemplazó el maíz que se encontraba cultivado en el lugar y se trazaron 3 curvas de nivel para realizar el cultivo de especies en contorno. Se fijaron los bordos mediante pasto elefante y se cultivaron variedades de cítricos. A partir de 1998 se reemplazó el pasto elefante de los bordos por *leucaena* y se le permitió su expansión por medio de la regeneración. Varios años después se extrajo la *leucaena* de algunos sectores y se instaló un sistema agroforestal muy variado en donde se combinan cítricos con café, bananos y papaya. Se encuentran especies hortícolas como pimiento, perejil, mandioca y especies forestales como afata, cedro, y plantines de lapacho y tipa, entre otros. Las *leucaenas* de los bordos se mantienen.

**Una huerta**, colindante con el sector de *leucaena*, de 898 m<sup>2</sup> de superficie.

**Cultivo de maíz**, subdividido en 2 sectores, de 2,7 has cada uno. Se encuentran rodeados por un sistema de cortinas forestales y linderos, constituidas por las siguientes especies: grevillea o roble sedoso (*Grevillea robusta* A. Cunn) y casuarina (*Casuarina cunninghamiana* Miq); ambas son especies exóticas, muy utilizadas para este fin.

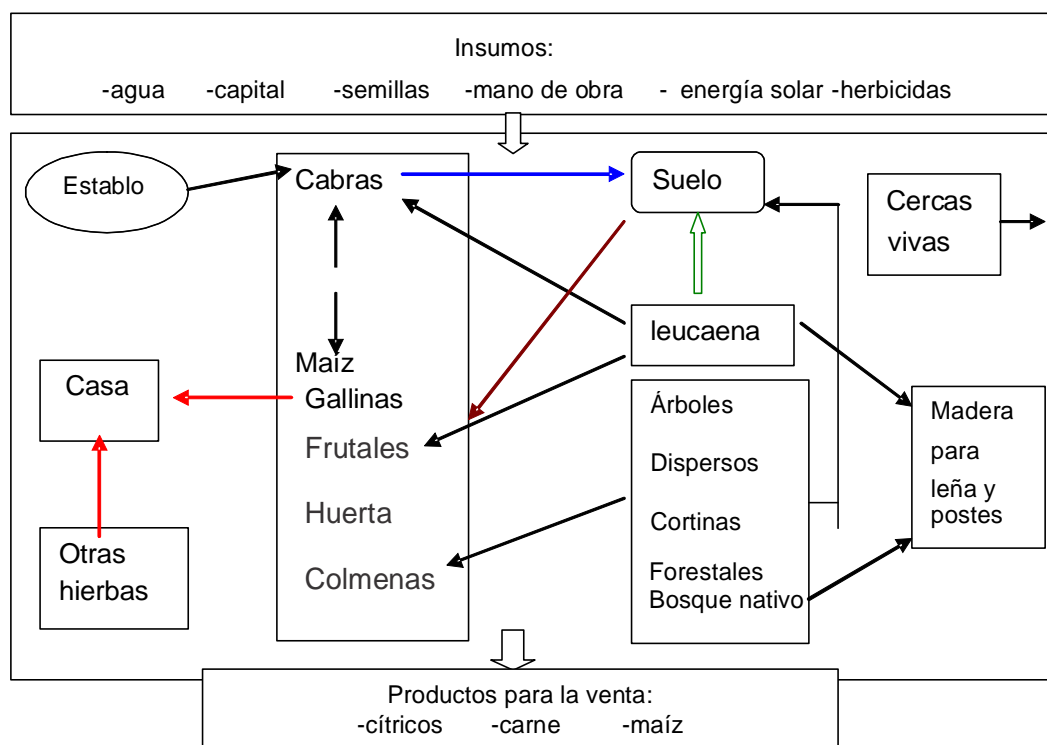
**Cría de cabras**, las cuales pastan la mayor parte del día en los predios del productor, alimentándose del rastrojo y las espigas del maíz, semillas de *leucaena*, hierbas y arbustos que se encuentran en el área. Por las noches se las resguardan en un establo de 94 m<sup>2</sup>, que se encuentra fuera del predio, en tierras del ferrocarril, a 86 m de distancia de la vivienda del productor.

**Un cordón de bosque nativo**, que separa el área de maíz con un sector inundable sin uso. Se trata de un bosque secundario, con una gran cantidad de arbustos y enredaderas. Además se presentan algunas especies exóticas que fueron implantadas por el mismo productor. Es un área surcada por cárcavas de importantes dimensiones, y algunas de las especies fueron implantadas con el objetivo de fijar dichas cárcavas. El sector inundable posee 1,38 has de superficie.

**Colmenas**, las cuales estaban incluidas, inicialmente, en un proyecto productivo destinado a la venta de miel, pero por diferentes razones, no dio resultado y actualmente, el productor conserva sólo 5 de las colmenas iniciales: 2 están dispuestas en el cordón de bosque nativo y 3 en el área del huerto casero (Foto N° 1).

Un **área de bosque nativo**, frente a la parcela, de 5,9 has, sobre una ladera de más de 14% de pendiente, no tiene uso agrícola, sólo se extrae leña. En algunos sectores se cercó mediante alambrados.

Las relaciones entre los componentes del sistema están indicadas en el Cuadro N° 1.



Cuadro N° 1: Relaciones entre los diferentes componentes del Sistema Agroforestal del productor Félix Romero:

Como entradas al sistema se destacan: **la provisión de agua** para riego de hortalizas y frutales (el maíz es cultivo a secano), la cual proviene de la red de agua potable; **semillas**, en el caso de que por condiciones adversas la producción de un año no es suficiente para almacenar semillas para la siembra del año siguiente y se deba recurrir a la compra de las mismas; **herbicidas**, para combatir el cebollín (*Cyperus rotundus* L.) en el sector cultivado con maíz (sector sin *leucaena*). Sin embargo, las entradas que cobran mayor importancia son el **capital y la mano de obra**, debido a su escasez. El productor vive sólo, por lo que debe recurrir a la contratación de peones cuando la cantidad de trabajo lo precisa. Por esta razón, algunos sectores del predio se encuentran descuidados por la falta de capital para pagar mano de obra.

Los productos obtenidos son, principalmente, para **autoconsumo**. Del huerto casero mixto obtiene: huevos y carne de las gallinas (generalmente consume

una por semana); frutas (como papaya, algunos cítricos, palta, mango, entre otros); y especias y otras hierbas como cedrón, tilo, orégano, carqueja, laurel y burro. De la huerta obtiene principalmente las hortalizas (como tomate, lechuga, cebolla, remolacha, zanahoria, perejil, pimienta, mandioca y batata), pero también tiene algunos frutales como guayaba, papaya, higo y mandarina. Además obtiene miel y maíz.

El excedente de productos se venden, permitiendo al productor recuperar el capital invertido para su cultivo, pero el margen de ganancias varía cada año, siendo el mismo muy estrecho algunas veces. La diversificación del sistema es muy importante, porque puede obtener diferentes producciones que le aseguran la supervivencia. Se venden los cítricos (naranja, mandarina, pomelo) que provienen del sector combinado con *leucaena*; el maíz y las cabras, ya sea como animal vivo o por kilo, pero sólo se venden unos pocos ejemplares (3 animales en el 2006 y sólo 2 en el 2007).

El productor prácticamente no consume sus cabras, debido al reducido número que posee.



Foto N°1: Colmena instalada en el cordón de bosque nativo.

**Subproductos:** Se denominan así a los **productos que quedan dentro del sistema** y pueden ser reconvertidos. Se tiene así: el abono natural realizado con estiércol de cabra, con la cual, se fertiliza principalmente la huerta, y en menor medida, el cultivo de maíz; las mazorcas de maíz duro que sirven de alimento para las cabras y las gallinas; las semillas de producción propia (maíz, hortalizas) que permiten la reproducción del sistema cada año; las ramas y troncos del componente forestal que le proporciona la madera suficiente para sus requerimientos de leña, para arreglar cercados e incluso para construir tutores para las hortalizas; no necesita recurrir a la compra de la misma, lo cual es un importante ahorro. Además de proveer frutos y servicios ambientales como: sombra, materia orgánica para el suelo, protección contra la erosión, protección contra las heladas y provisión de polen para la producción de las colmenas.

La leucaena fue incluida en el predio principalmente por su capacidad para fijar  $N_2$  atmosférico. Se la sembró en un sector donde se había cultivado maíz por

más de 40 años. El reemplazo se realizó a partir de 1998 y se combinó con algunos frutales (cítricos principalmente). Los individuos crecieron rápidamente, alcanzando dimensiones importantes (Foto N° 2). Actualmente este suelo se encuentra en muy buenas condiciones y se lo está utilizando para el desarrollo de los frutales y otras especies. La recuperación fue muy rápida. Su reproducción evitó, además, el desarrollo de una hierba invasora muy dañina: el cebollín (*Cyperus rotundus* L.). También es utilizada como forrajera, ya que sus frutos sirven de complemento alimenticio para las cabras, lo que se puede apreciar en la Foto N° 3. Además de todos estos usos, esta especie provee de los mismos servicios que los demás árboles: protege a los frutales de las heladas, protege al suelo de la erosión, provee al productor de madera y leña, da sombra. Una limitante importante es que permite el resguardo de aves que atacan a los frutales, especialmente a los cítricos. Los demás árboles presentes en el predio no son atacados por estas aves.





Foto N°2: El productor Félix Romero, junto a un individuo de *L. leucocephala*



Foto N°3: Cabras alimentándose de las semillas y restos de *L. leucocephala*.

En los últimos años, las precipitaciones se han incrementado, trayendo inconvenientes en el establecimiento de los cultivos, provocando la pudrición de semillas, el aumento de insectos que dañan la producción y el aumento de hierbas como el cebollín (*C. rotundus* L.), en aquellos sectores donde no hay cobertura que la combata. Al sumarse las abundantes lluvias a la pendiente del terreno (2-4%, salvo en la zona de ladera), se pone de manifiesto el problema latente de la pérdida de suelo por erosión, sobre todo en aquellas parcelas donde no abunda el material arbóreo.

Existen condiciones externas a la finca (entorno), que influyen en la funcionalidad del sistema: la falta de mercado a nivel regional, por lo que los productos sólo se venden a vecinos de la zona, provocando que la cantidad de producción vendida sea poca y de bajo precio. El Mercado Nacional e Internacional impacta sobre el sistema cuando se produce el aumento de precios en aquellos productos de primera necesidad que no se generan dentro del predio del productor, como es el caso de: azúcar, arroz, aceite, sal, fideos, etc.; y el precio de insumos agrícolas (herbicidas). Este aumento de precios implica un mayor gasto de dinero por parte del productor, que podría ser invertido dentro del sistema; o bien puede implicar también, una mayor extracción de productos de ciertos subsistemas, para poder hacer frente a este gasto extra de capital. El sistema posee relación con la empresa Tecpetrol, quien colabora con el productor en la provisión de semillas y entre otros elementos.

## CONCLUSIONES

El sistema agroforestal funciona adecuadamente, sobre todo en el aspecto del autoconsumo. Aunque, este sistema podría generar aún más productos y un excedente de producción para la venta, lo que le permitiría contar con mayores ingresos monetarios dada la extensión de terreno y la buena condición general del suelo. Sin embargo, esto no es así. Los limitantes principales son: los cambios climáticos y el entorno: suba de precios en los productos de primera necesidad, falta de oportunidades de mercados para los escasos volúmenes que comercializa. La venta de cajones de cítricos en el año 2006 fue de sólo 40 cajones, lo que equivale al 7% del total de producción mientras que en el 2007, se vendieron en total 41 cajones (7,12%).

En Tobantirenda, los únicos compradores son algunos vecinos y Tecpetrol. La venta en otras localidades (Pocitos, Aguaray, etc.) no se puede realizar por falta de transporte.

Leucaena demostró ser una especie muy productiva, obteniéndose leña, forraje y otros servicios; pero por sobre todo por su efecto mejorador sobre el suelo. Para su implementación, el productor tomó la decisión

de «sacrificar» sectores de su predio y no continuar con su producción durante varios años, sino que los mantuvo en descanso bajo la protección de esta leguminosa. La racionalidad del productor fue, en este caso, asegurar la capacidad productiva de su suelo en primer lugar, para obtener buena producción después.

Sería importante rotar el uso de leucaena a otros sectores, principalmente en las actuales parcelas de maíz. La metodología sugerida, sería reemplazar algunos cultivos en forma completa por leucaena, hasta haber logrado la recuperación del suelo; luego se continuaría con otro sector, como si se tratara de un sistema de rotación. Esto permitiría corregir el desgaste del suelo ocasionado por el cultivo de maíz, protección contra la erosión, e incluso erradicación de las malezas, lo que ocasionaría un ahorro al eliminar la necesidad de adquirir y aplicar herbicidas.

La mano de obra familiar es un factor muy importante en este tipo de sistema; cuando es escasa, provoca desequilibrios en el funcionamiento del mismo, generando falencias que pueden llevar a la pérdida económica. En este caso, constituye una de las limitantes más importantes.

## Agradecimientos

Al productor Don Félix Romero, que me abrió las puertas de su hogar y me permitió compartir sus vivencias, el tiempo que me brindó y por sobre todo, las enseñanzas que me dejó, las cuales valoraré por siempre.

## BIBLIOGRAFÍA

Bianchi A. y C. Yañez. 1992. Las precipitaciones en el Noroeste Argentino. INTA, Estación Experimental Agropecuaria, Cerrillos, Salta, Argentina. 160 pp.

Brown A. y H. Grau. 1993. La Naturaleza y el Hombre en las Selvas de Montaña. Proyecto GTZ-Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Noroeste Argentino. Salta, Argentina. 143 pp.

Cabrera, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo I. Tomo II. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires. Argentina. 85 pp.

CPCC (Centro de Promoción Campesina de la Cordillera), 1992. Manejo de Sistemas Agroforestales. Tres experiencias Campesinas. Paraguay. 36 pp.

GTZ. 1997. Detrás del árbol, la gente. Experiencias y aprendizajes del proyecto de desarrollo agroforestales en comunidades rurales del noroeste

argentino. Fundación para el Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del NOA. Salta, Argentina. 184 pp.

Heredia, J., 2002. Análisis estratigráfico de la Formación Tranquitas (Terciario) en el río Tartagal, Provincia de Salta. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Naturales. UNSa. Salta, Argentina. 112 pp.

Mahecha, L., 2001. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. 3 pp.

Montagnini, F. y colaboradores. 1992. Sistemas Agroforestales. Principios y aplicaciones en los Trópicos. Organización para Estudios Tropicales. San José, Costa Rica. 622 pp.

Nadir A. y T. Chafatinos. 1990. Los suelos del Noroeste Argentino. Tomos 1 (86 pp) y Tomo 3 (428 pp.). Facultad de Ciencias Naturales, UNSa. Salta.

National Research Council. 1984. Leucaena: Promising Forage and Tree Crop for the Tropics. Second Edition. National Academy Press, Washington, D.C. 100 pp.

Programa Social Agropecuario (PSA). 1997. El Diagnostico de Nuestras Zonas. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Salta, Argentina. 12 pp.

Proyecto FAO-Holanda DFPA. 1995. Prácticas Agroforestales. Metodología y Estudios de caso. Serie Validaciones. Quito, Ecuador. 183 pp.

Ram, J.J., P.P. Atreja, R.C. Chopra and A. Chhbra. 1994 Mimosine degradation in calves fed a sole diet of *Leucaena leucocephala* in Indian, Trop. Anim. Health Prod. 26: 199–206.

Spedding, C.R.W. 1979. Sistemas Agrarios. Ed. H. Blume. Madrid. España. 320 pp.



## DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS SERRANÍAS ORIENTALES DE VAQUEROS (SALTA, ARGENTINA)

### ENVIRONMENTAL DIAGNOSTIC OF THE HILLS EAST OF VAQUEROS (SALTA, ARGENTINA)

Salinas Talamilla\*, C.P., F. B. Farfán\*, L.L. Costas\*, D.E. Farfán\*, D.M. Vaca\*, S.E. Delgado\* y S.E. Ferreira \* \*\*

#### RESUMEN

Las serranías de Vaqueros se encuentran a 8-km de la ciudad de Salta sobre ruta Nacional 9, constituyendo el soporte físico de un importante centro poblacional.

El primer paso antes de establecer lineamientos para el ordenamiento territorial es hacer un diagnóstico integral del área en base a sus recursos. Para ello se recopiló y sistematizó información de los componentes: *Biofísicos, Socioeconómicos y Político Institucionales* del Sistema. Una dificultad considerable resultó ser que gran parte de esta información se encuentra disponible a nivel departamental, sin tener en cuenta que la unidad ambiental de manejo es la cuenca.

El desarrollo de herramientas SIG permite sistematizar la información disponible superando la escasez de información de manera de reconocer con claridad espacial la situación actual en todos los aspectos posibles identificando problemas, sus causas y efectos para luego definir usos potenciales del suelo.

**Palabras clave:** Diagnóstico, SIG, componentes ambientales, uso del suelo, ordenamiento territorial.

#### SUMMARY

The mountainous region of Vaqueros is located 8 km away from Salta city, on the national road number 9. This region constitutes the physical support of an important population center.

The first step before establishing guidelines for the territory zoning is to make an integral diagnostic of the area focusing on its resources. In order to make this possible, the data of the components was compiled and systematized into: Biophysical, Socioeconomic and Institutional Politics of the system. A considerable difficulty turned out to be that a great part of this data is available at the department level only, without taking into account that the environmental unity of management is the basin.

The development of tools SIG allows to systematize the available data, overcoming the shortage of information so that it becomes easy to recognize with spatial clarity the current situation in all the possible aspects, identifying problems, its causes and effects and then define potential uses of soil.

The Vaquero's hills are situated at 8km from the city of Salta over the 9 national route. It is making the physical support of an important population center.

The first step to establish lineament in territorial arrangement is making an integral diagnostic of the area based in the resources. For this the information about the components Biophysicals, Society – Economical and Political – Institutional was recopilated and systematized.

\*Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Cátedra Gestión Ambiental y Ordenación Territorial. \*\*Consejo de Investigación. Avda. Bolivia 5150 (4400) Salta, Argentina. ferreira@natura.unsa.edu.ar

A real difficult was that the majority of the information is just available in the departmental level, and we need the information to watershed level «the environment unity in the watershed's management».

The developing of tools like the GIS (Geographical Information System) make possible systematize the information available and this way exceed the poverty information and we reorganized with spatial clarity the actual situation of the area in every possible aspects to identify problems, causes and effects to then, define potential practice of the soil.

**Key words:** diagnostic, GIS, environmental components, soil uses, territorial arrangement.

## INTRODUCCIÓN

El Diagnóstico Ambiental o Línea de Base Ambiental constituye una etapa de vital importancia en los planes de ordenamiento territorial, ya que permiten hacer un diagnóstico integral del territorio mediante la identificación de los conflictos de uso del suelo, las áreas de riesgo y vulnerabilidad, los procesos de estructuración del territorio, así como de las potencialidades, limitaciones, los macro problemas y las tendencias territoriales (MDSP, 2001). Una limitante importante a la hora de realizar esta identificación es la obtención de información confiable, representativa y útil a los fines de caracterizar el área de estudio para el ordenamiento territorial. Frente a ello, este trabajo presenta el empleo de una metodología para sistematizar la información existente y la generada a través de sistemas de información geográfica y el análisis de variables ambientales de interés aplicadas a un estudio de caso.

Las Serranías Orientales de Vaqueros se encuentran a 8 km al norte de la ciudad de Salta. El estudio se desarrolla en la porción sureste de las mismas, que constituyen un sistema hidrológico de 1560 ha, aproximadamente, compuesto por las microcuencas de los Arroyos Chaile, Vaqueros y Los Nogales (Figura 1). La zona reviste gran importancia económica, social y tiene un enorme potencial turístico.

Las Sierras de Vaqueros pertenecen a la Provincia Geológica Cordillera Oriental y presenta depósitos sedimentarios como terrazas, pie de monte, conos aluvionales, etc. Las altitudes varían desde los 1200 hasta 1900 msm aproximadamente. En el sector bajo se realiza principalmente cultivos de papa, tabaco, hortalizas, maíz, etc. En el sector intermedio existe un gran desarrollo urbano, debido a la instalación de nuevos núcleos provenientes de la capital y otras provincias. La población local alcanza 3500 habitantes aproximadamente. En los sectores más altos están instalados los pobladores de menores recursos económicos que realizan la cría de ganado y agricultura de subsistencia, ocasionando sobrepastoreo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Siguiendo la metodología propuesta por el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Unidad de Ordenamiento Territorial de La Paz, Bolivia (2001). Se recopiló y sistematizó información espacial (cartográfica y de sensores remotos) y no espacial, para la cual se consideraron tres áreas temáticas: biofísica, socioeconómica (dividida en el subcomponente social incluyendo la temática cultural y el subcomponente económico) y político institucional. En cada una de ellas se consideraron aspectos de interés para alcanzar resultados específicos para el diagnóstico ambiental. Estos datos surgieron de trabajos realizados anteriormente y de la consulta con organismos oficiales del área de estudio. Luego, se generó información primaria en forma cartográfica, utilizando herramientas SIG y CAD, desarrollando los mapas de interés.

Para cada componente se consideró, según Marmol L. (2008).

*Componente Biofísico:* Clima: Balance Hídrico y clasificación Climática. Relieve: Mapa de Pendientes, Altitud, Mapa de Curvas de Nivel, Modelo Digital de Elevaciones. Hidrología: Delimitación de Microcuencas, Características Morfológicas de la Cuenca (Índice de Compacidad de Gravelius, Curvas Hipsométricas, Fajas Altitudinales). Vegetación: Unidades de Vegetación. Suelos: Perfiles de Suelos. Se utilizó datos de Bianchi A.R.(1992).

*Componente Socioeconómico:*

*Subcomponente Social:* Servicios (Escalograma de Funciones). Demografía (Mapa de Densidad Poblacional).

*Subcomponente Económico:* Cultivos (Mapa de Parcelas de Cultivos). Otras Actividades productivas.

*Componente Político Institucional:* Legislación y Jurisdicción.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Componente Biofísico

*Clima:* el periodo de lluvia se extiende desde

noviembre hasta marzo, registrándose las máximas precipitaciones en los meses de diciembre y enero y el periodo de sequía corresponde al lapso comprendido entre abril y septiembre, alcanzando su mínimo en el mes de julio.

En el régimen de precipitaciones juega un rol importante la barrera orográfica que presenta las Sierras de Vaqueros. Las sierras permiten que las masas de aire húmedo provenientes del Este precipiten en el área de estudio debido al enfriamiento adiabático que sufren tales masas al ascender a través de la ladera oriental. Según la clasificación climática de Thornthwaite:  $C_2 - B_1' - r - a'$ . En la Figura 2 y Tabla 1, se pueden observar las distribuciones anuales de las variables ETP (Evapotranspiración potencial), ETR (Evapotranspiración Real) y P (precipitación) expresadas en milímetros.

Cabe mencionar que el área encontrada entre las curvas de ETP y ETR corresponde al *Déficit Hidrológico* que ocurre principalmente en entre los meses de agosto y noviembre. Otra característica que nos brinda este tipo de análisis es el área de *Almacenamiento en Reserva + Excedentes* ubicada donde P se encuentra por encima de ETR. Estas reservas serán utilizadas por la cobertura vegetal durante el periodo de estiaje, principalmente entre los meses de abril y agosto, esto queda reflejado en la Figura 2 cuando la ETR está por encima de P. La dinámica de este proceso depende fundamentalmente de la capacidad de retención o capacidad de campo del suelo en cuestión.

*Relieve*: se elaboro un modelo de pendientes y curvas de nivel a partir del modelo digital de elevaciones (MDE) de The Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Este tipo de modelos espaciales de altitudes es de gran importancia para la elaboración de información primaria como la separación de cuencas hidrográficas, modelos de exposición y otras variables topográficas e hidrológicas de gran importancia en el análisis de las características morfológicas de la cuenca.

Si bien la construcción de estos tipos modelos trae aparejado un alto grado de abstracción los mismos pueden ser valiosamente significativos ya que son de gran utilidad para analizar en forma espacial la ocupación del territorio.

La población de la zona de estudio de ubica en su totalidad en los sectores con pendientes entre un 3% y 8%, siendo 2% la pendiente optima para viviendas familiares (Sastre, E.J. 1998). En las zonas de mayor altitud es donde se encuentran las pendientes más pronunciadas que van desde 8% hasta el 50% en algunos sectores. Esta característica del relieve denota una posible causa de procesos de remoción en masa. Esto queda reflejado en el modelo de pendientes de la Figura 3.

*Suelo*: se recurrió al análisis de las series edafológicas identificadas en la zona de estudio según Zamora Gómez, J.P. (2004), las mismas son: Series San Cayetano, Tres Lagunas, Vaqueros y Mojotoro. Las mismas poseen distintas características en función de su distribución espacial. Las mismas son debidas principalmente a las diferencias de pendientes en los distintos sectores del Sistema. Por lo tanto, aquellos suelos que se encuentran en los sectores distales de la cuenca tenderán a ser mas desarrollados con respecto a los suelos que están ocupando los sectores altos debido esencialmente al factor topográfico mencionado en párrafos anteriores (Figura 4).

Sin embargo también existen en la parte distal del área de trabajo suelos pocos desarrollados, ello se debe fundamentalmente a la influencia de los ríos La Caldera, Vaqueros y Wierna que aportan material en esta zona.

*Vegetación*: el área de estudio corresponde a la Formación Forestal Boscosa Húmeda Montana del Distrito de los Bosques Montanos y Selva de Transición incluido en la provincia de las Yungas, dentro del Dominio Amazónico. Se reconoce, según Nuñez, V. (1988).

Vegetación de pie de monte:

- Márgenes del cauce principal sobre el depósito del cono.
- Cultivos: en el área urbana y área rural
- Pastizal y Arbustal: comunidad de Churqui y Alfilerillo

Vegetación de serranías: presentan una marcada diferencia de acuerdo a la exposición de las laderas. De esta manera encontramos laderas de exposición Sur (umbrías) y laderas de exposición Norte (solanas).

- Laderas con exposición sur (umbrías): Comunidad del Aliso (*Alnus jourulensis*) - Comunidad de Tala blanca y Chalchal (*Duranta serratifolia-Allophylus edullis*) - Comunidad de Laurel y Nogal (*Phoebe porphyria-Juglans australis*).

- Laderas con exposición norte (solanas): Pastizales en carpeta (*Paspalum notatum var. Latiflorum* «Pasto horqueta» y *Cynodon dactylon*) y en matas altas (*Paspalum mallacophyllum*, *Sporobolus indicus*) y arbustales (*Acacia caven* «Churqui» y *A. visco* «Visco»).

A partir del mapa de uso y cobertura del suelo (Figura 6), se re-identificaron nuevas unidades de vegetales: Cursos de Agua y Suelos Desnudos, Parcelas de Cultivos, Ocupaciones Urbanas, Pastizales y Arbustales, Selva de Transición y Bosques Húmedos. Se observa el predominio de Pastizales y Arbustales y Bosques Húmedos, siendo los que ocupan mayor superficie (Figura 6). Estas unidades fueron realizadas con una clasificación no supervisada a partir de una Imagen Satelital LANDSAT 5 TM con una composición falso color RGB 453 (Figura 5).

*Características Morfológicas del Sistema Hidrológico:* cabe mencionar que el mismo está conformado por tres subcuencas:

- Cuenca del Arroyo Los Nogales
- Cuenca del Arroyo Chaile
- Cuenca del Arroyo vaquero

Para la simplificación del estudio se realizó el análisis de la cuenca a partir del conjunto de las tres subcuencas antes mencionadas.

El manejo de cuencas es esencialmente una manera integrada de pensar en los problemas que ocurren en un espacio (la cuenca), y en un tiempo dado. Requiere para ello una sólida base técnica que permita suministrar la información y los instrumentos necesarios para un efectivo sistema de planificación. Es por esto que el análisis de las características morfológicas tiene un papel preponderante en esta etapa del proceso. Por esto, y para tener una mejor interpretación del área de estudio, se cuantificaron las variables hidrológicas y morfométricas para toda la zona. Para ello se utilizó un mapa planialtimétrico de la zona con una equidistancia entre curvas de nivel de 10 m.

#### Curva Hipsométrica

Esta curva es utilizada con el propósito de estimar un valor de altitud representativo para toda la cuenca. Tomamos el valor de la mediana que es la altura que divide a la cuenca en dos áreas iguales, 50% del área acumulada. No consideramos la media debido a que la distribución que presentan los datos no es simétrica, por lo tanto la media no es un estimador representativo.

Al analizar la hipsometría del sistema hidrológico reconocemos las tendencias de las altitudes respecto del área que ocupa cada faja altitudinal, registrando que el mismo tiene una marcada tendencia a depositar material ya que las fajas altitudinales bajas representan un significativo porcentaje de toda la cuenca, marcando de esta manera una contrastada asimetría positiva dando lugar a una altitud mediana de 1362.5 msm.

Las cuencas de los Arroyos Chaile, Los Nogales y Vaqueros tienen una marcada inclinación a ocupar los lugares bajos de sus respectivos cauces, dando lugar a grandes conos aluviales con pendientes muy contrastada con respecto a sus cabeceras, esto se puede observar en el modelo de pendientes de la zona en cuestión (Figura 3).

Como resultado de las curvas hipsométricas descriptas anteriormente el resultado esperado es el que determina la Figura 7, donde confirmamos lo descrito en los párrafos anteriores. En el área de estudio predominan las superficies llanas sobre las quebradas, dando lugar a ocupaciones antrópicas en estos sectores. Sin embargo las pendientes elevadas en los sectores más altos de las cuencas son también de carácter

importante por poseer gran capacidad de transporte de material sólido, provocando problemas de remoción en masa e inundaciones, ambas en periodos estivales.

### Componente Socio Económico

#### SubComponente Social

Para el análisis social se consideró a la población residente en Vaqueros como una unidad integral.

El procedimiento de jerarquización de centros poblados se midió por la capacidad que tiene cada uno de ellos para brindar los servicios básicos en un área geográfica determinada, para lo cual, se recurre a la ponderación con el fin de realizar un análisis cualitativo de la importancia de los mismos (referido al tipo de servicios que se ofertan en términos de infraestructura y frecuencia), constituyendo un escalograma de funciones. Para cada sector se consideró:

Sector Salud: Hospitales, Centros de Salud y otros.

Sector Educación: Escuelas Primarias, Secundarias, Superior no Universitario y Universitario.

Sector Otros Servicios: Policía, Hotelería, Transporte, Radios y Canales Locales, Justicia y Centros Recreativos).

La medición de jerarquías poblacionales se realiza en base a la sumatoria de los valores totales de ponderación en cada uno de los sectores de servicios, como se observa en la Tabla 4. Los valores así obtenidos fueron normalizados para un rango de 0 a 100 (Figura 8), para obtener una relación gráfica (Figura 9). En ella se observa que la dotación de servicios según población se ajusta en términos logarítmicos, debido a que existe un umbral (cota superior) representado por el tipo de servicios que se ofertan en las grandes ciudades, a partir del cual los incrementos son mínimos, por lo menos en términos cualitativos. De esta manera se identificaron categorías de centros poblados de acuerdo a su importancia demográfica y las funciones que cumplen, constituyendo el Municipio Vaqueros un Centro secundario, es decir que sus características funcionales lo distinguen como centro de servicios dentro de sus respectivas áreas de influencia. Aunque no oferta todos los servicios urbanos tienen alto dinamismo económico-productivo, por su localización privilegiada y por las características biofísicas de su territorio. Esto puede resultar de la cercanía de Vaqueros a la ciudad de Salta (8-km) y a su potencial turístico y agrícola, constituyendo un destino frecuente de los habitantes de la ciudad de Salta.

#### Mapa de densidad de población

En base al trabajo de Zamora Gómez, J.P. (2004), se estableció la delimitación de polígonos de viviendas en base a diversos factores, tales como: trazado de calles, delimitación de manzanas, dimensio-

nes de lotes tipo, área de influencia de las viviendas, límites naturales de los terrenos, como ser barrancos y cauces de ríos, entre otros. Luego se calculó la cantidad aproximada de personas presentes en cada polígono multiplicando el número de viviendas por 5 (número de integrantes de una familia promedio), se dividió este resultado por el área de cada polígono, y se confeccionó un mapa de densidad poblacional con el programa BRICSCAD (Figura 10).

El mapa densidad poblacional permite identificar aquellos polígonos con las densidades más altas (entre 70 y 85 habitantes/ha), tal es el caso de los polígonos «50 viviendas», «San Nicolás» y «Plaza 1».

Las densidades intermedias se dan en el sector sur del pueblo, en las manzanas vecinas a la Ruta Nacional N° 9, con valores que rondan los 40 habitantes/ha. Además, en este sector se ubican los edificios institucionales de mayor importancia del pueblo (colegio San Cayetano, escuela Bernabé López, y colegio 5050). Se estima que la mayoría de los estudiantes de estos establecimientos residen fuera del pueblo, y que se comportan como población transitoria. Por lo tanto, para cada establecimiento se consideró un cuarto de su cantidad de integrantes (se estima 200 personas para cada uno de éstos) como el valor de población equivalente.

Los polígonos «Chaile» y «Güemes 2» son representativos de sectores con densidad media baja (aproximadamente 20 hab/ha), y se ubican en colindancia con el Arroyo Chaile.

Se determinó que la superficie de suelo destinada a urbanización en el pueblo de Vaqueros es de 221 has, cifra que representa 21,3% respecto a la superficie de piedemonte.

Comparando los valores de proporción de tierras de cultivo (10,3%) y proporción de área urbanizada (21,3%), ésta última duplica al valor correspondiente a actividades agrícolas. Esto da una buena idea de la importancia de la expansión urbana en el municipio.

### **Subcomponente Económico Cultivos**

La actividad agrícola constituye una importante actividad económica. En el área de piedemonte presenta una superficie destinada a cultivo de 106 hectáreas, aproximadamente, la cual se distribuye entre los distintos tipos de cultivo de acuerdo a la Tabla 5, Figura 11.

En la Figura 11 se puede apreciar que el principal cultivo es el tabaco, con cerca de 80 ha, representando poco más del 70% de la superficie total. El segundo cultivo en importancia es la papa, con una extensión de 14ha. (Zamora Gómez, J.P. 2004)(Figura 12).

Otras actividades:

- *Criaderos de chinchillas*

En el municipio existen 3 criaderos de chinchillas, ubicados en las cercanías de la granja avícola.

- *Granja avícola*

El plantel de la granja consta de 24.000 gallinas, distribuidas uniformemente en 4 galpones, a razón de 6.000 animales por galpón.

Componente Político Institucional

Si bien el municipio no cuenta con legislación referente al ordenamiento territorial, la ley 7017 «Código de Aguas de la Provincia de Salta» ampara en su capítulo Tercero Inundación, Erosión Hídrica y Sedimentación» un restricción importante en cuanto a la localización de asentamientos urbanos, ya que, la Autoridad de aplicación debe en primera instancia determinar en las zonas ribereñas los sectores susceptibles a sufrir inundaciones, para luego prohibir el emplazamiento y la fijación de obstáculos en donde las condiciones no son las adecuadas.

En cuanto a las nuevas construcciones que se deseen efectuar en las zonas ribereñas deben ser autorizadas previamente por la Autoridad de Aplicación, debiéndose proyectar y ejecutar las obras necesarias para prevenir el riesgo de inundación.

Otro aspecto a resaltar es la limitante que representa la escasez de tierras fiscales para la planificación de la ocupación del territorio.

## **CONCLUSIONES**

El diagnóstico integral permitió definir el problema central: el crecimiento poblacional mal organizado que genera: a) sobreutilización de recursos naturales (suelos, forestales, pastizales, áridos, hídricos), b) necesidades básicas insatisfechas de los pobladores de menores recursos económicos, y c) subutilización de recursos (paisaje, recursos escénicos). Todo esto provoca pérdidas económicas y de oportunidades, situaciones de vulnerabilidad social y disminución del bienestar. Esto constituye los efectos del problema siendo las causas del mismo: i) la ausencia de políticas y de planificación de la ocupación ordenada del territorio, ii) un claro predominio de tierras privadas sobre las fiscales que restringe la implementación de planes de vivienda al verse disminuida la disponibilidad de terrenos, iii) localización inadecuada de las viviendas sobre márgenes de los cursos de agua.

El análisis anterior sirvió de base para un análisis FODA del área de estudio que se empleara para la formulación de un mapa de uso potencial del suelo y del plan de acción de ordenamiento territorial.

Fortalezas: Climas adecuados para el desarrollo agrícola, Posición estratégica en el mercado re-

gional, Disponibilidad de agua, Condiciones óptimas para recreación y como sitio buffer.

Debilidades: No existe un planeamiento urbano. No existen tierras fiscales

Amenazas: Crecimiento de asentamientos poblacionales.

Oportunidades: Auge de inversión turística, Inversiones de infraestructura vial y de comunicación.

## BIBLIOGRAFÍA

Barredo Cano, J. I. 1996. Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio. Ed. RA-MA. Madrid. España. 123 pp.

Bianchi, A. R. 1992. Las Precipitaciones en el Noroeste Argentino. Salta: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Salta. 388 pp.

Cabrera, A. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 78 pp.

Chuvieco, E. 1999. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ediciones RIALP, S.A. Madrid. España. 79 pp.

García Bes, P. 1999. Riesgo Hidrológico en el Alta Cuenca del Río Mojotoro. Tesina Profesional. Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Naturales. U.N.Sa. 95 pp.

Idrisi Kilimanjaro. 2004. Guía de para SIG y Procesamiento de Imágenes. Manual en español. Clark Labs University. Worcestes MA. USA. 58 pp.

Mármol, L. A. 2008. Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas y Corrección de Torrentes. Salta: Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales, Escuela de Recursos Naturales, Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. 300 pp.

Menéndez M. A. y Núñez V. 1997. Introducción a la Fotointerpretación y los Sensores Remotos. Salta: Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Naturales, Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. 45 pp..

Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSP). 2001. Guía Metodológica para la Formulación de Planes de Ordenamiento Territorial. La Paz. Bolivia. 125 pp.

Nadir, A., Chafatinos, T. 1990. Los Suelos del N.O.A. (Salta y Jujuy) Tomo 1. Salta. Argentina. 86 pp.

Nadir, A., Chafatinos, T. 1990. *Los Suelos del N.O.A. (Salta y Jujuy)* Tomo 2. Salta. Argentina. 124 pp.

Nadir, A., Chafatinos, T. 1995. *Los Suelos del N.O.A. (Salta y Jujuy)*-Tomo 3. Salta. Argentina. 428 pp.

Núñez V. 1988. Estudio Integral de los recursos naturales y su estado, del arroyo Chaile (Vertiente este de la Sierra de Vaqueros) con vistas a su recuperación y estabilización. Dpto. La Caldera. Prov. de Salta. Seminario II. Licenciatura en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Naturales. UNSa. 58 pp.

Núñez, V. y P. García Bes. 2000. Uso de Herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la ordenación de Cuencas Hidrográficas. Curso de Postgrado. IRNED Instituto de Recursos Naturales y Ecodesarrollo. Facultad de Ciencias Naturales. U.N.Sa. 121 pp.

Sastre, E. J. 1993. Estudio geológico ambiental de la Ciudad de Salta y sus alrededores. Tomo I. Tesis Profesional. Escuela de Geología. Facultad de Ciencias Naturales. U.N.Sa. 135 pp.

Villanueva, G., Osinaga R. y A. Chávez. 2002. Manual de Tecnología de Suelos Agrícolas (Uso sustentable del suelo). Facultad de Ciencias Naturales. U.N.Sa. 285 pp.

Zamora, J. P. 2004. Estudio del riesgo de contaminación de las aguas subterráneas mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Municipio de Vaqueros, Departamento La Caldera, Provincia de Salta. Tesina Profesional. Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Naturales. U.N.Sa. 97 pp.

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Total
<b>Temp.</b>	11.80	15.00	16.80	18.20	18.70	18.30	17.10	14.30	11.70	8.80	8.50	9.90	
<b>P</b>	7.50	37.30	75.90	160.60	213.20	187.50	158.20	45.20	12.70	3.90	3.40	3.10	908.50
<b>ETR</b>	7.50	37.30	75.90	92.00	94.20	80.11	76.08	53.35	37.44	24.64	24.69	32.11	635.32
<b>Déficit</b>	34.87	27.92	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.58
<b>Reserva</b>	0.00	0.00	0.00	68.60	187.61	295.00	300.00	291.85	267.10	246.37	225.08	196.07	
<b>Excedentes</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.11

Tabla 1: Balance Hídrico

Cobertura	Simb	Área ha
Cursos de agua y suelo desnudo	Sd	110.79
Parcelas Agrícolas	Pa	152.19
Ocupaciones Urbanas	Ou	218.61
Pastizales y Arbustales	Par	468.9
Selva de Transición	St	231.66
Bosques Húmedos	Bh	378.81
Superficie ha		1560.96
Superficie km <sup>2</sup>		15.60

Tabla 2. Superficie por clase de pendientes

Relieve	Símbolo	Área Ha
Suavemente ondulado	So	116.46
Ondulado	On	630.72
Colinado	Co	199.44
Fuertemente Colinado	Fc	436.41
Abrupto	Ab	177.84
Total ha		1560.87
Total km2		15.6087

Tabla 3: Parámetros de forma y relieve

Centro Poblado	Hogares	Salud	Educación	Otros Servicios	Total
<b>Cerrillos</b>	2028	26	82	196	304
<b>La Merced</b>	1014	18	19	90	127
<b>La Caldera</b>	330	6	38	104	148
<b>San Lorenzo</b>	1141	12	28	114	154
<b>Vaqueros</b>	685	8	48	98	154
<b>Campo Quijano</b>	1522	36	8	164	208
<b>Rosario de Lerma</b>	3794	40	134	100	274
<b>El Bordo</b>	1049	10	52	96	158
<b>Campo Santo</b>	1044	14	52	112	178
<b>Gral. Güemes</b>	6310	56	80	150	286

Tabla 4. Tabla de ponderación en función de los servicios brindados



Cultivo	Has	%
Tabaco	77.3	73.3
Papa	14.8	14.0
Trigo	7.9	7.5
Pimiento	3.3	3.1
Frutilla	1.2	1.1
Otros	1.0	0.9
Total	105.5	100.0

Tabla 5. Tipos de Cultivos

Figuras:

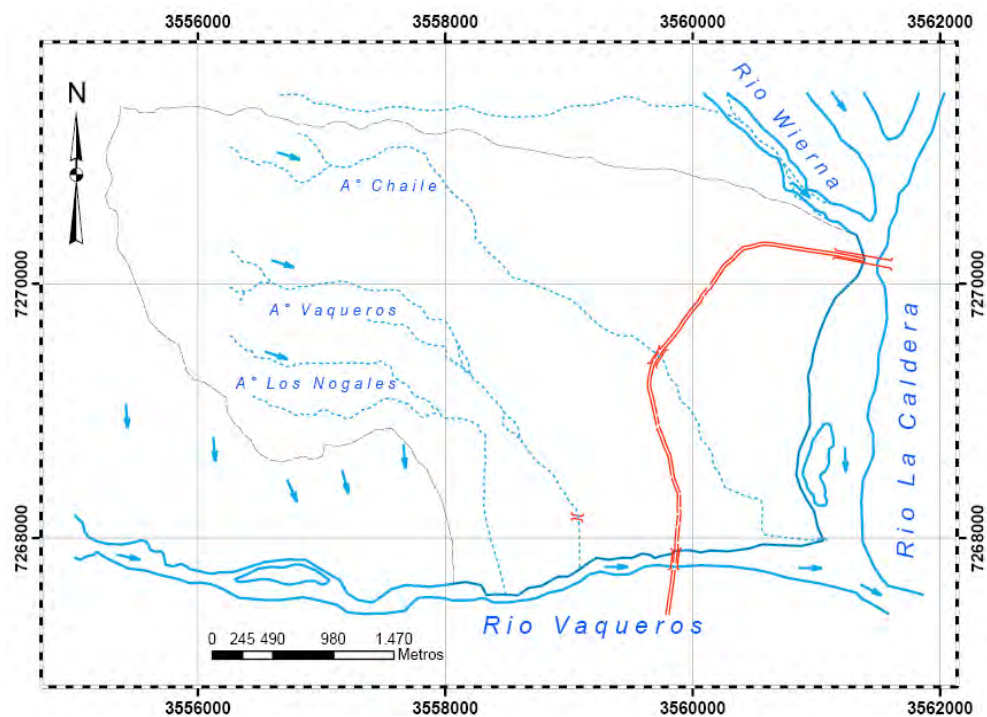


Figura 1. Mapa de Ubicación de la cuenca del río Vaqueros

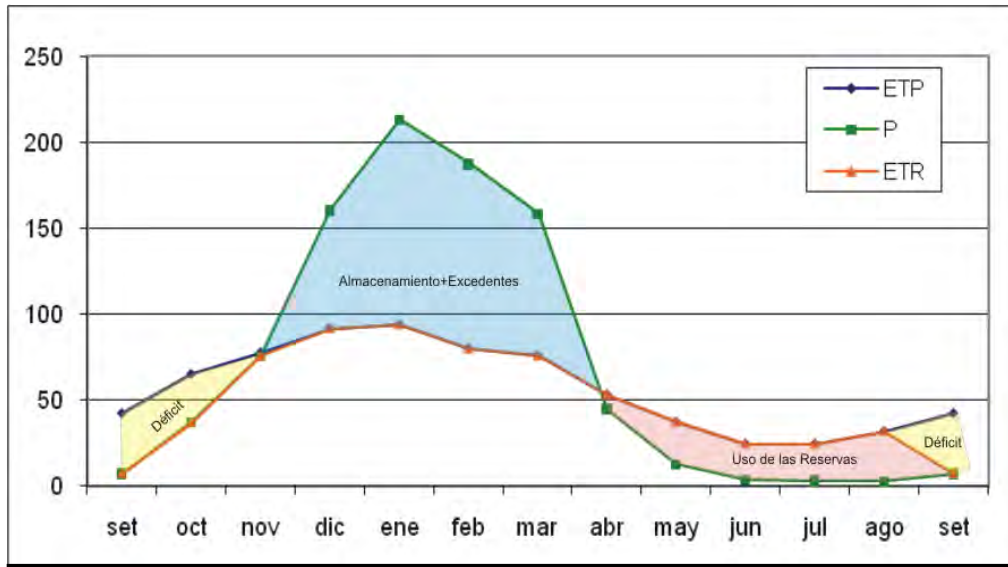


Figura 2. Distribución de las variables climatológicas (ETP, P y ETR)

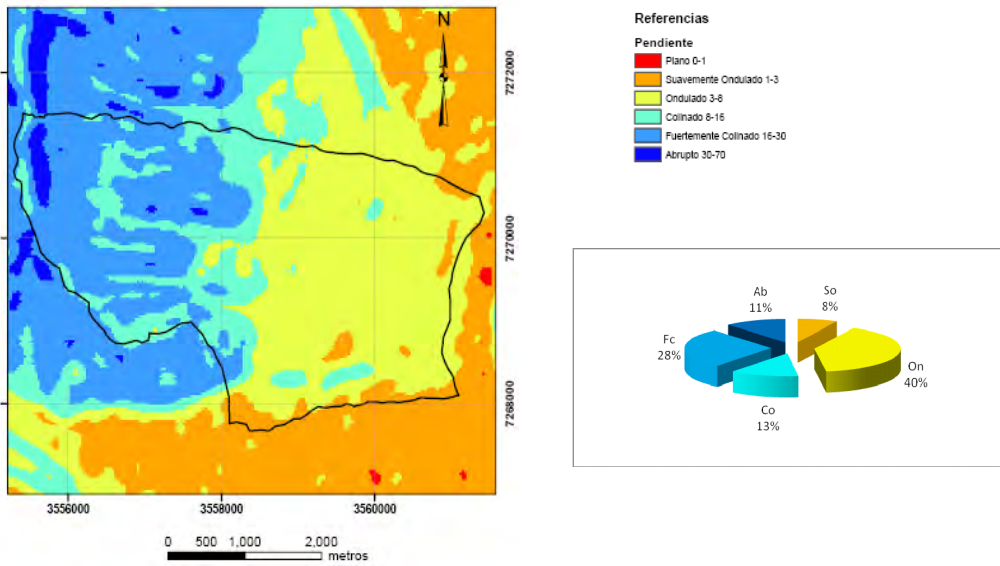


Figura 3. Modelo digital de pendientes clasificadas

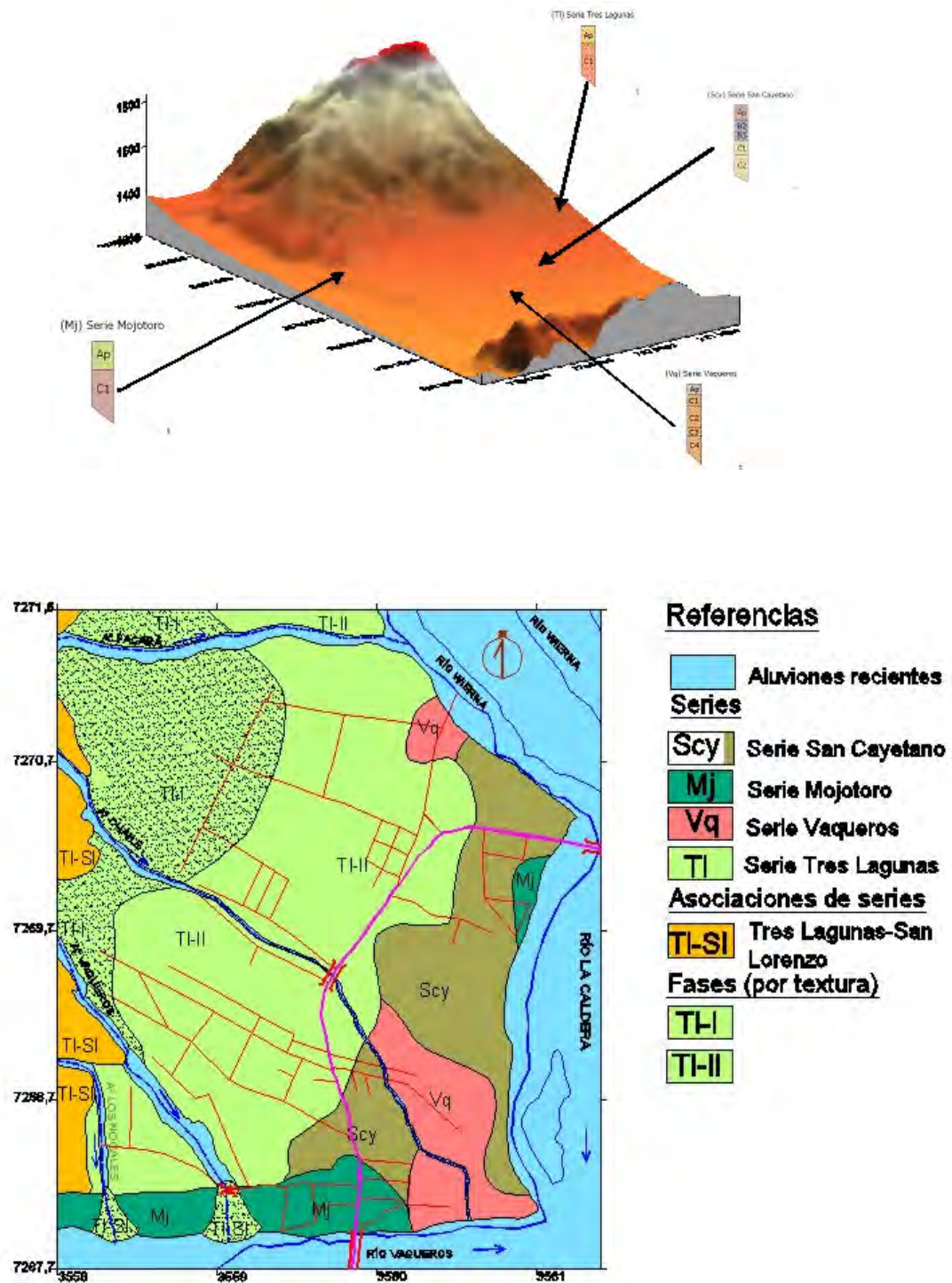


Figura 4. Distribución espacial de los perfiles (arriba). Mapa de Unidades de Suelo (abajo) según Zamora Gómez, J.P. (2004).

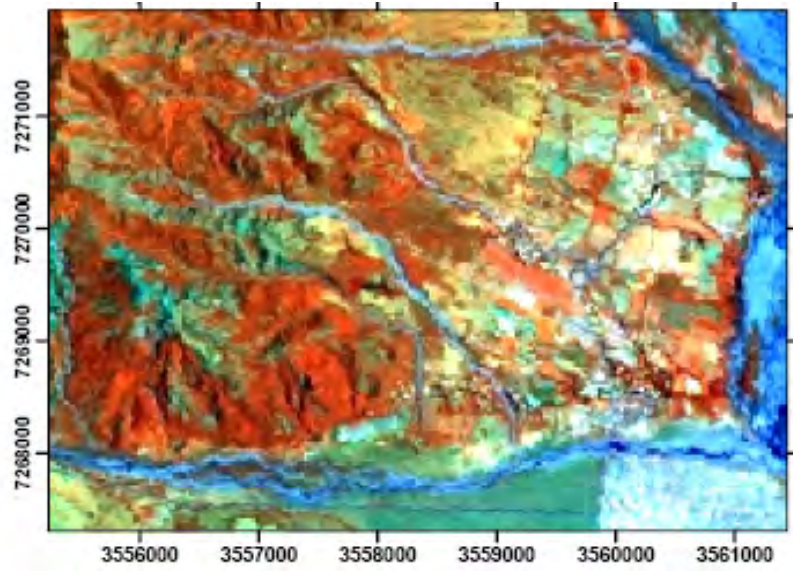
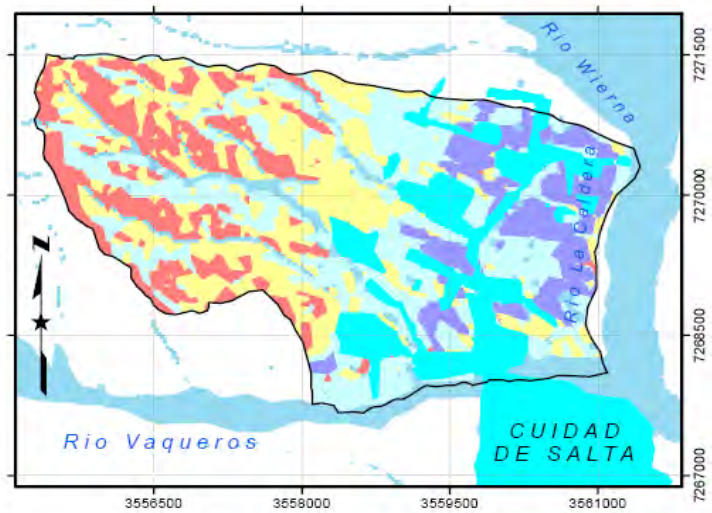


Figura 5. Imagen Satelital LANDSAT 5 TM (RGB 543)



**Referencias**

**Uso y Cobertura del Suelo**

- Cursos de Agua y Suelos Desnudos
- Parcelas Agrícolas
- Ocupaciones Urbanas
- Pastizales y Arbustales
- Selva de Transición
- 11; 12

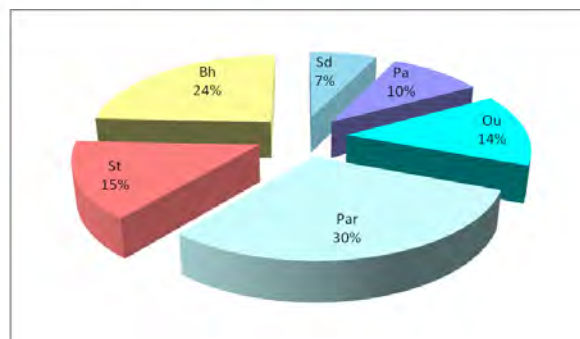


Figura 6. Mapa de Uso y Cobertura del Suelo (arriba), Porcentaje de cada cobertura (abajo).



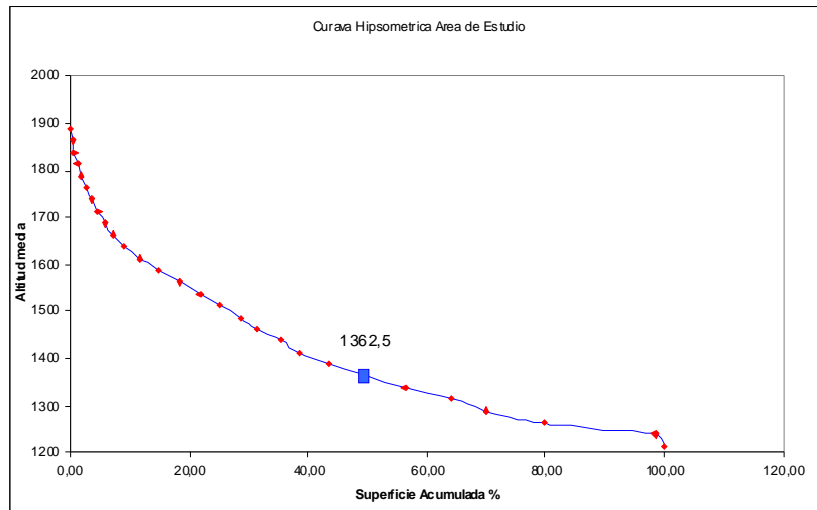


Figura 7. Curva Hipsométrica del Sistema Hidrológico

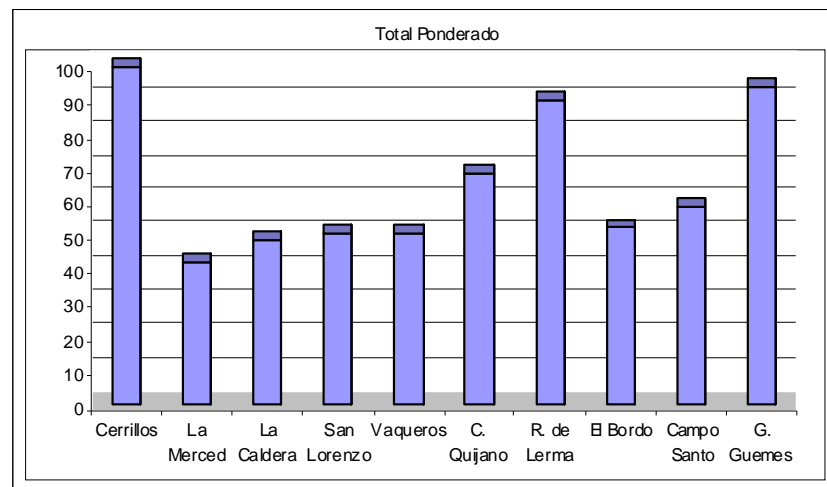


Figura 8. Indicador para cada centro poblado

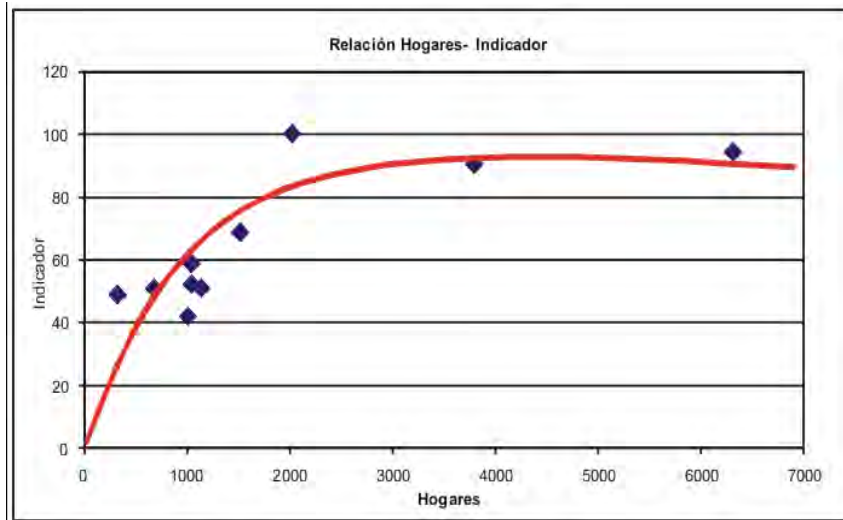


Figura 9. Distribución del indicador en función del número de hogares

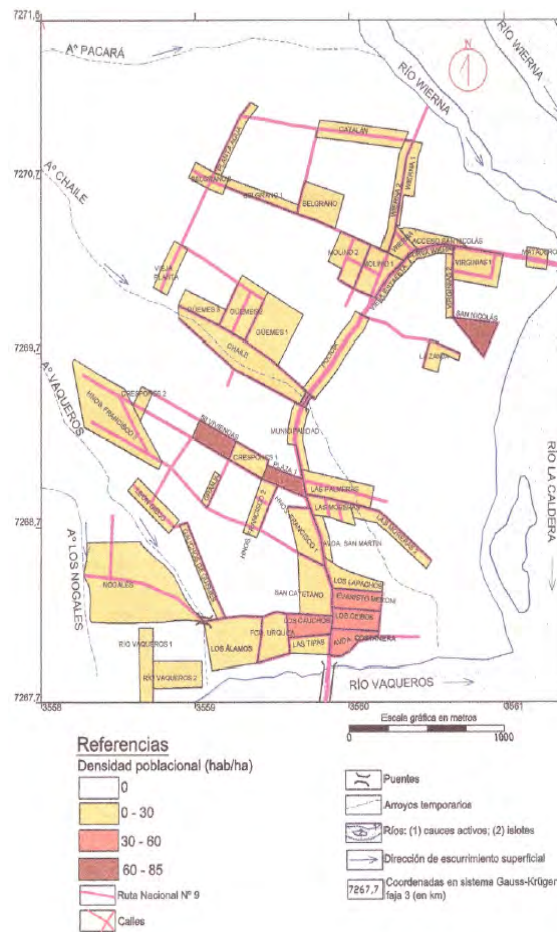


Figura 10. Mapa de densidad poblacional. Fuente: Zamora Gómez, J.P. (2004)

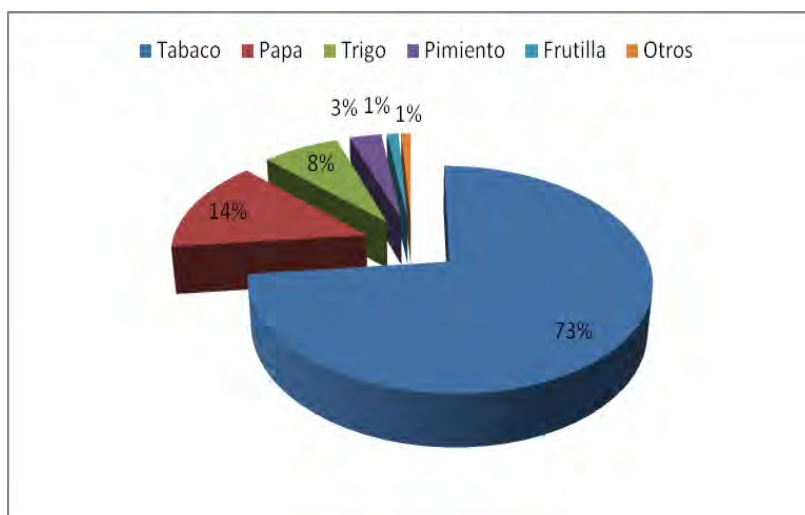


Figura 11. Porcentajes de cultivos

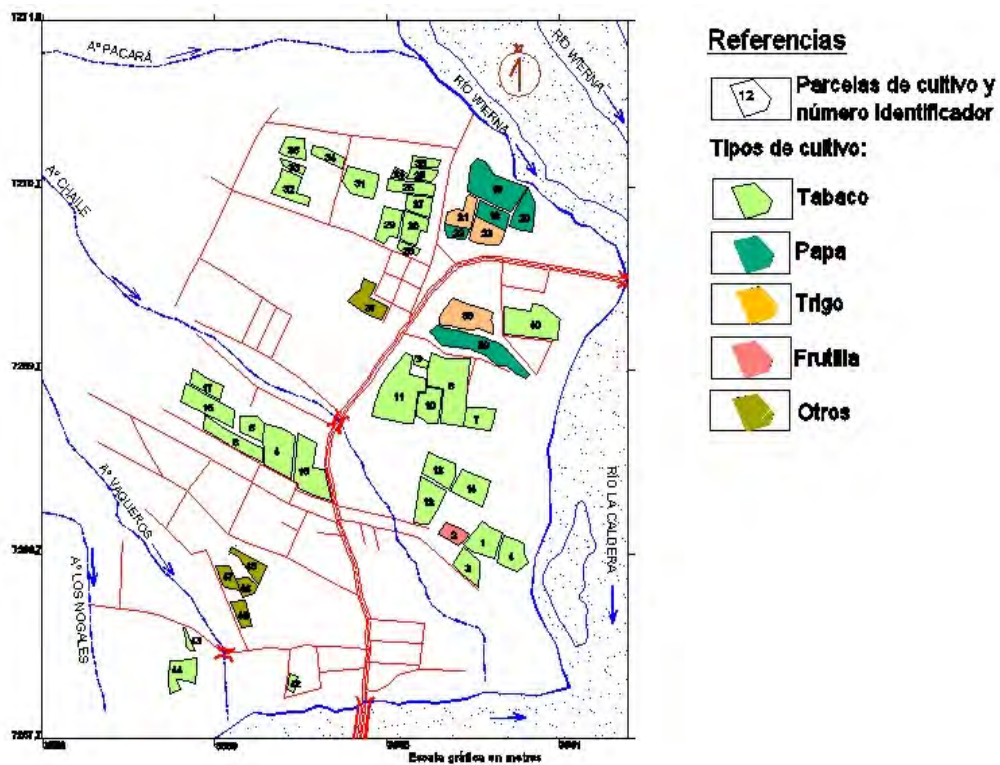


Figura 12. Parcelas de cultivos. Fuente: Zamora Gómez, J.P. 2004





## PRINCIPALES RAZAS DE MAÍCES INDÍGENAS (*Zea mays* L.) PRESENTES EN LA QUEBRADA DE HUMAHUACA (JUJUY), NECESIDAD DE RECUPERAR Y PROMOVER SU CULTIVO

### MAIN NATIVE CORN STRAINS (*Zea mays* L.) PRESENT IN THE QUEBRADA DE HUMAHUACA (JUJUY), THE NEED TO RECOVER AND PROMOTE ITS GROWTH

Schimpf, J. H. y S. del V. Abarza<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales cultivos, social y económicamente importante para los pobladores andinos.

El objetivo del presente trabajo es destacar las principales razas de maíz cultivadas actualmente, sus usos y destinos, y mostrar la necesidad de promover el cultivo de otras, cuya área de producción es reducida o nula, tendiendo a revalorizar la cultura del maíz para aumentar su valor.

La metodología empleada se basa en: los descriptores del IBPGR (IPGRI) para caracterización; herramientas etnobotánicas; fuentes de información primarias, secundarias y terciarias; observación participante y no participante; reflexión grupal; encuestas semiestructuradas y no estructuradas.

En la zona de estudio predomina el cultivo de los maíces capia o harinosos, blancos, amarillos, rojos y variegados, culli, garrapata o garrapatillo (*Zea mays* var. *amylacea*); chullpi (*Zea mays* var. *amyleasaccharata*); amarillo de ocho rayas, morocho, y bola o de la cuesta (*Zea mays* var. *indurata*); pisincho (*Zea mays* var. *oryzaea*), todos ello con diferente grado de cultivo y difusión.

El incremento del consumo, generado por el turismo y la mayor difusión, llevó la demanda a cantidades superiores a las producidas, creando un desafío de mayor producción, calidad y garantía de abastecimiento, en un marco de conservación del recurso.

**Palabras clave:** maíces indígenas, Quebrada de Humahuaca-Jujuy, cultivo, usos

#### SUMMARY

Corn (*Zea mays* L.) is one of the main crops which is socially and economically important to andean inhabitants.

The aim of this paper is not only to highlight the main corn strains grown at present, their use and purpose, but also to show the need to promote the growth of others, whose production area is reduced or nule, tending towards corn culture revaluation to increase its value.

The method used is based on IBPGR descriptors (IPGRI) for portrayal; ethnobotanic tools; primary, secondary and tertiary information sources; participant and non-participant observation; group reflection; structured and semi-structured surveys.

In the research area the growth of capia or floury, white, yellow, red, and variegado corn predominate as well as culli, tick or garrapatillo (*Zea mays* var. *amylacea*); chullpi (*Zea mays* var. *amyleasaccharata*); yellow eight lines, morocho, and bola or de la cuesta (*Zea mays* var. *indurata*); pisincho corn (*Zea mays* var. *oryzaea*), all of them with different growth and diffusion levels.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias – UNJu. Alberdi N° 47. S.S de Jujuy. ceryfor@fca.unju.edu.ar

The consumption increase generated by tourism, and its larger diffusion led towards the demand of higher amounts superior to the ones produced. This launched a higher production, quality and supply guarantee challenge within a framework of resource conservation.

**Key words:** native corn, Quebrada de Humahuaca-Jujuy, growth, uses

## INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los principales cultivos social y económicamente importante, para los pobladores de los valles andinos del noroeste argentino en general y de Jujuy en particular. La Quebrada de Humahuaca y valles andinos de Jujuy, constituyen un centro de origen y/o diversificación de importantes especies destinadas principalmente a la alimentación; entre ellas tubérculos, raíces, granos andinos, donde se destaca el maíz (Schimpf y otros, 2004). En la actividad agrícola de esta región persisten, desde épocas precolombinas, una serie de factores antropológicos, culturales y sociales que conforman una identidad propia, así como costumbres, tradiciones y mitos que se transmiten ancestralmente de generación en generación en forma oral (Abarza y otros, 2004)

Los maíces andinos, nativos o indígenas, constituyen una de las principales especies cultivadas, fueron y son seleccionados y conservados por las familias que integran las comunidades andinas por el importante rol socioeconómico que representan para los pobladores locales (Schimpf y otros, 2001). Su cultivo y aprovechamiento en la alimentación tiene influencia y vinculación con poblaciones fronterizas, de raíces culturales semejantes (Cámara Hernández y Arancibia de Cabezas, 1976; Schimpf y otros, 1997).

Es uno de los cultivos de mayor demanda gastronómica, fue seleccionado y conservado a través de las generaciones como razas o variedades nativas, manteniendo sus nombres de origen «quechua» y/o denominaciones locales. Por las características del endosperma o del pericarpio de cada una de ellas, es incluido en la cocina andina, integrando una amplia gama de comidas y bebidas. Representa el insumo alimentario principal en comidas y bebidas, tanto de consumo cotidiano como de aquellas presentes en rituales ancestrales (Pachamama, Carnaval) o en ceremonias religiosas (Semana Santa, día de los Fieles Difuntos, San Santiago) -entre otras- donde, las preparaciones con maíz y algunos tubérculos proporcionan la mayor riqueza en hidratos de carbono que tiene esta dieta (Cámara Hernández y Arancibia de Cabezas, 1976; Scarpa y Arenas, 1996; Schimpf y otros, 2004; Abarza y Schimpf, 2005 a, 2006; Salinas y Schimpf, 2006; Schimpf y Abarza 2006 a, b).

También estos maíces, por su variado aspecto, conforman un motivo de atracción turística en la

Quebrada de Humahuaca -Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad declarado por la UNESCO en el año 2003-, como un componente más del «paisaje cultural» por sus formas de cultivo, que las comunidades locales realizan desde tiempos prehispánicos y cuya práctica presenta rasgos característicos de la herencia incaica en el noroeste argentino (Abarza y Schimpf, 2005 b).

Asimismo, el incremento del turismo en la región originó una mayor demanda de las artesanías destinadas a la ornamentación, destacándose entre éstas las múltiples posibilidades de combinaciones de mazorcas de diferentes colores, formas y tamaños utilizadas (Abarza y otros, 2004).

A través de diferentes Proyectos de Investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNJu, con participación de algunos de los autores del presente, y de otras Instituciones del país, se han realizado caracterizaciones morfológicas, agronómicas y de usos de algunos materiales de maíces presentes, así como definición de tipología de productores que incluyen este cultivo en sus sistemas productivos, y actualmente se conducen estudios sobre genética molecular con participación de investigadores locales en un proyecto interinstitucional. En los últimos tres años, a través de otros Proyectos de investigación, se ha hecho un gran aporte a la difusión de los conocimientos y concientización sobre sus características y usos.

El objetivo del presente trabajo es destacar las principales razas de maíz cultivadas actualmente, sus características sobresalientes, usos y destinos, y mostrar la necesidad de promover el cultivo de otras, cuya área de producción es muy reducida o nula, tendiendo a revalorizar la cultura del maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para describir las principales razas o variedades presentes en el área de estudio en cuanto a planta, mazorca y/o grano, se empleó la metodología de los descriptores para maíz en la categoría «caracterización» definida como: *registro de aquellos caracteres que son altamente heredables, visibles al ojo y que se expresan en todos los ambientes* (IBPGR, 1991); y -para establecer la forma de cultivo y los principales usos- el

Diagnostico Investigativo Rural Participativo (Iriarte y otros, 1999), recabando información cuali y cuantitativa mediante: entrevistas y encuestas formales e informales, estructuradas y no estructuradas a productores, artesanos, pobladores, comerciantes y operadores turísticos de la Quebrada de Humahuaca y valles transversales, fuentes de información primaria, secundaria y terciaria y consulta documental.

## RESULTADOS y DISCUSIÓN

Actualmente en la Quebrada de Humahuaca (Jujuy, Argentina), en las áreas con disponibilidad de agua para riego -ambos márgenes del río Grande de Humahuaca y adyacencias a la Ruta Nacional N° 9- predomina el cultivo de los maíces capia o harinosos (*Zea mays* var. *amylacea*), blancos, amarillos, rojos y variegados; Chullpi (*Zea mays* var. *amyleasaccharata*); culli (*Zea mays* var. *amylacea*) y amarillo de ocho rayas (*Zea mays* var. *indurata*).

Se destaca que los nombres comunes citados corresponden a los normalmente empleados por los pobladores locales.

### Maíz Capia o harinoso

Los maíces capias o harinosos blanco y amarillo, son de ciclo largo, con plantas altas (3,00 a 3,10 cm) generalmente 15 hojas bien desarrolladas (6 x 76 cm), mazorcas cilíndrico-cónicas de tamaño mediano con muchas hileras de granos redondeados ubicados en hileras regulares, el endosperma es totalmente harinoso; se los denomina localmente *Capias* o *harinosos*. Tanto el blanco (Figura 1), como el amarillo (Figura 2), son maíces muy difundidos en el área de cultivo de la Quebrada de Humahuaca. En estado de grano lechoso, una de las formas más típicas de consumo es como *choclos*, otras preparaciones representativas de la cocina regional son las *humitas* o *humintas* cocidas en las chalas o a la olla, el *pastel de choclo* y el *guajcha loco*.



Figura 1: Mazorcas de Capia o harinoso blanco

Al estado de grano seco se utiliza la mazorca entera para las *tijtinchas* o *tistinchas*.

También se consumen los granos secos, pelados o no (con pericarpio o sin él); siendo los mismos el ingrediente principal del *mote* o *mote pela*, preparación clásica de la cocina regional andina, al igual que la *calapurca*.



Figura 2: Mazorcas de capia o harinoso amarillo

Otra forma de consumirlos es como harina, cocida para la preparación de sopas: *tulpo*, *calapi* y *caldo majao*; o cruda, para la elaboración de preparaciones dulces como las *masitas capia*.

Los maíces harinosos de pericarpio rojo (Figura 3) y/o variegado (Figura 4), si bien son cultivados en menor proporción, tienen el mismo destino de consumo.



Figura 3: Mazorcas de harinoso rojo



Figura 4: Mazorcas de harinoso variegado

En escala mas reducida, se cultiva chullpi (*Zea mays var. amyleasaccharata*) y culli (*Zea mays var. amyloacea*) consumidos localmente por el poco volumen producido.

#### Maíz Chullpi

Este maíz también presenta plantas altas (2,80 m), localmente es denominado *Chullpi* (Figura

5). Posee características adecuadas para ser consumido como grano fresco: *choclo* (Figuras 6 y 7), debido al buen tamaño de mazorca y al sabor dulce del grano. Sin embargo, la forma de consumo por excelencia es como *grano seco tostado*, entre comidas o como golosina. Con la harina de este maíz se prepara la *ulpada*,

Una variante de esta modalidad es el *maíz puimado* (hervido con hierbas medicinales y secado).



Figura 5: Mazorca de Chullpi



Figura 6: Mazorca de Chullpi



Figura 7: Mazorca de Chullpi

#### Maíz Culli

Posee granos de consistencia harinosa y presenta el pericarpio intensamente coloreado de un rojo muy oscuro, casi negro (Figuras 8 y 9). Su consumo se realiza prácticamente en forma exclusiva como harina; la que presenta un color característico, porque el pericarpio aporta su tonalidad morada al blanco del

endosperma, resultando la harina de un color violeta. Este producto es el insumo básico del *api*, tradicional bebida que se consume caliente.

Actualmente, este maíz cuenta con una reducida superficie de cultivo, debido a que el mismo fue sustituido por hortalizas u otras razas con mayor demanda en los mercados locales o ferias.



Figura 8: Mazorcas de Culli



Figura 9: Mazorcas de Culli

#### Maíz Amarillo de ocho rayas

Este maíz es de ciclo intermedio, grano de forma redondeada, pericarpio incoloro, endosperma de consistencia dura o córnea de color amarillo-naranja en las partes laterales del grano y en menor proporción en el ápice, el resto es harinoso (Figuras 10 y 11).



Figura 10: Mazorcas de Amarillo de 8 rayas



Figura 11: Mazorcas de Amarillo de 8 rayas

Por ser de producción temprana, se lo consume como *choclo*, también se preparan con él: *humitas*, *pastel de choclo*, *guajcha loco*. El principal uso es como harina, con la que se elaboran: *tamales*, *tamal en fuente*, *calapi*, *sanco*, *caldo majao*, *anchi*, *sopa machorra* y bebidas frías como la *chicha*, *ulpada* y calientes: *chilcán*, *miskopitapi*. Con la harina cocida de este maíz y azúcar impalpable se prepara *harinita* o *pito*, una golosina preferida por los niños.

Fuera de este área, en valles transversales, frecuentemente con menor disponibilidad de agua para riego, se cultivan además de las razas mencionadas, garrapata, garrapatillo (*Zea mays* var. *amylacea*), morrocho (*Zea mays* var. *indurata*), pisincho (*Zea mays* var. *oryzaea*), con igual destino. En áreas de mayor altitud, (ambiente puneño) con condiciones climáticas mas extremas, se cultiva el maíz bola o de la cuesta (*Zea mays* var. *indurata*) empleado por sus pobladores para consumo en diferentes formas.



### Maíz Garrapata - Garrapatillo

Es de ciclo intermedio a largo, con plantas de aproximadamente 2 m de altura, mazorcas medianas cilíndrico-cónicas predominantemente, granos de consistencia harinosa, con el pericarpio coloreado en for-



Figura 12: Mazorcas de Garrapata

ma variegada de blanco, azul-negro y morado-violáceo (Figuras 12 y 13).

Se consume principalmente como granos tostados y harina cocida (similar al «Chullpi»).

También se preparan *tjinchas*.

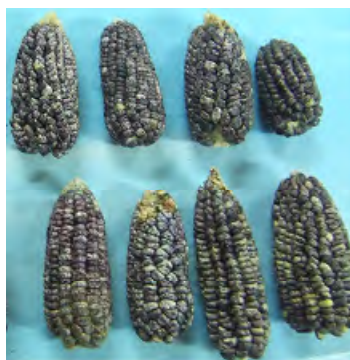


Figura 13: Mazorcas de Garrapata

### Maíz morocho

Este maíz es de ciclo intermedio a corto, con grano pequeño redondeado, de pericarpio incoloro, endosperma predominantemente duro o córneo de color blanco (Figuras 14 y 15). Por la consistencia dura de su endosperma, el principal uso gastronómico es como grano partido en diferente grado, el que se utiliza para:

*locro, mazamorra*; con mayor grado de molienda se prepara *sopa de frangollo*; como sémola se elabora un postre: *anchi*; como harina cocida, tostándola o moliendo el grano tostado, se la consume en bebidas frías: *ulpada*, ó calientes: *chilcán, miskopitapi* y se usa en diversas sopas.



Figura 14: Mazorcas de Morocho



Figura 15: Mazorcas de Morocho

**Maíz Pisincho**

Es un maíz de ciclo corto, presenta plantas de mediana a baja altura (1,60 m) granos con forma puntiaguda, pericarpio incoloro y endosperma de consistencia dura o córnea (Figuras 16 y 17), lo que le confiere

la particularidad de reventar al ser calentados, formando las *puras* o *florcitas*, denominación local del *pochoclo*.

Otro de los usos tradicionales que incluyen al *Pisincho*, es como harina cocida, para preparar bebidas (*ulpada*; *chilcán*) y sopas.



Figura 16: Mazorcas de Pisincho

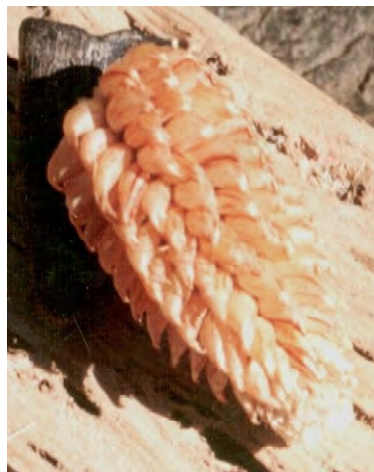


Figura 17: Mazorca de Pisincho

**Maíz Bola o de la cuesta**

Debido a las condiciones agroecológicas extremas de la Puna de Jujuy, -donde se cultiva esta raza de maíz- es la única que prospera por su ciclo muy corto. Presenta plantas de baja altura (0,90 a 1m), mazorcas pequeñas, con variado número de hileras de granos de forma redondeada, pericarpio incoloro, endosperma predominantemente de consistencia dura o córnea y de variados colores (Figuras 18 y 19). Es utilizado para una gran variedad de comidas y bebidas por el poblador andino, salvo que tenga acceso a otros maíces provenientes de zonas de menor altura. La utilización

gastronómica de la mazorca y del grano se realiza tanto en estado fresco como seco; en esta última forma se emplea con y sin pericarpio, entero o con diferente grado de molienda. Algunas de las preparaciones tradicionales incluyen platos que se sirven como entradas (*humita*; *choclos*; *tijinchas*; *mote*; *tamal*); plato principal (*picantes*; *locro*; *calapurca*; *sopas*); postre (*mazamorra*; *anchi*); entre comidas o como golosina (*maíz tostado*; *pochoclo*); panes y también es insumo básico de bebidas calientes (*chilcán*, *miskopitapi*) o frías (*ulpada*).

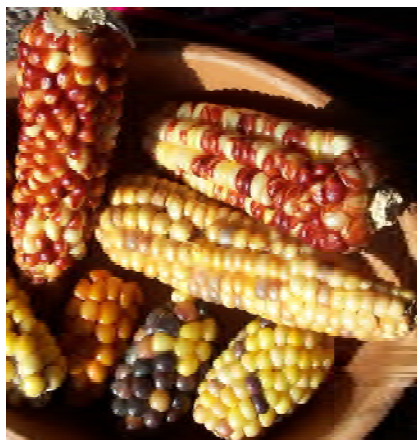


Figura 18: Mazorcas de Bola o de la Cuesta



Figura 19: Mazorcas de Bola o de la Cuesta

Las razas o variedades descriptas se corresponden con las citadas por Cámara Hernández, J. (1989); Cámara Hernández y Miente Alzogaray (1997); Solari y Gómez (1997), excepto las razas azul y marrón, que hoy no se encuentran en el área de estudio. Cabe destacar que estas fueron colectadas y catalogadas como exclusivas de la provincia de Jujuy por Cámara Hernández y Miente Alzogaray (1997).

Los usos del maíz en la alimentación de las comunidades locales han variado de acuerdo a lo descrito por Cámara Hernández y Arancibia de Cabezas, (1976), y Scarpa y Arenas (1996), ya que se observó en la demanda -tanto en restaurantes, como en eventos culturales- que actualmente las comidas más requeridas son: humitas, tamales, choclos hervidos, locro, mote, picante, pastel de choclo, caldo majao, guajcha locro, maíz tostado. Entre las preparaciones asociadas a ceremonias, rituales ancestrales o tradiciones familiares aún se preparan: tijinchas (1º de agosto; 25 de julio-día de San Santiago-), mazamorra y anchi (en verano), masitas capia (1º de noviembre-día de Fieles Difuntos-), calapurca. Mientras que, entre las comidas que se realizan con menor frecuencia y en algunas familias, se encuentran: calapi, sanco, tulpo o espesao, pire, frangollo «tata», pastel de capia. También ha perdido vigencia el maíz puimado.

Las bebidas en base a maíz que todavía se elaboran son: api, ulpada y chicha, tanto en celebraciones ancestrales como Carnaval, Fiesta de la Pachamama, día de Fieles Difuntos, así como en eventos familiares. En tanto que el consumo de miskopitapi prácticamente no se realiza.

El incremento observado en el consumo de los diferentes maíces en la cocina regional y/o gourmet -demostrado tanto, en la variedad de platos andinos ofertados en las cartas de las casas de comida; como así también por los numerosos eventos locales y regionales que promueven este tipo de gastronomía- hace que pobladores de la zona y turistas demanden productos elaborados basados en este cultivo en cantidades superiores a las producidas (Abarza y Schimpf, 2006).

Actualmente, el mercado de harinas y maíz pelado para mote, es abastecido por proveedores de la ciudad de Salta y por ingreso desde Bolivia a través de comercio formal e informal, distribuido a los puestos de venta de mercados, ferias de San Salvador de Jujuy y de las principales poblaciones de la provincia (Salinas y Schimpf, 2006; Schimpf y Abarza, 2006 b).

Los aportes realizados a través de las diferentes acciones, de estudio y difusión, han contribuido al mayor conocimiento de este valioso recurso alimenticio para la sociedad. Esto se vio reflejado en el marcado interés por parte de alumnos regulares y graduados de instituciones educativas de nivel superior no universitario con carreras de turismo y de escuelas de gas-

tronomía, quienes demandaron cursos de actualización sobre contenidos referidos a las características, cultivo y usos del maíz andino en la alimentación regional y su aplicación en la cocina gourmet .

## CONCLUSIONES

En el área de estudio, las razas presentes y mas empleadas en la gastronomía regional son: capia o harinoso blanco, amarillo, rojo y variegado; chullpi; culli; amarillo de ocho rayas; garrapata o garrapatillo; moroch; pisincho y bola o de la cuesta; no así las razas azul y marrón.

El aumento en la afluencia turística provocó una fuerte demanda gastronómica, revalorizando este insumo integrante de diversas preparaciones.

La demanda de productos derivados de maíz genera expectativas no solo para el incremento del área de producción, sino también para la implementación de emprendimientos agroindustriales artesanales. Esto contribuiría a mejorar el valor agregado del producto aportando mayor interés por su cultivo en áreas donde hoy ha sido desplazado por otros de mayor rentabilidad.

El mayor requerimiento actual promueve el incremento de la producción, con garantías de abastecimiento y calidad del producto, condición importante para contribuir a su conservación y protección como cultivo autóctono de alto valor cultural, empleado fundamentalmente en la alimentación tradicional y en diversos rituales ancestrales.

## BIBLIOGRAFÍA

Abarza, S. del V.; J.H Schimpf; M. Ramos y N. D. Vignale. 2004. Espigas de un Maíz Indígena como Recurso Ornamental a Preservar. Actas del II Congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales; VI Jornadas Nacionales de Floricultura y I Encuentro Latinoamericano de Floricultura. 1ra. Ed. INTA. ISBN N° 987-521-142-7 Buenos Aires: 138 -140

Abarza, S.V. y J.H. Schimpf. 2005.a. Rol de los maíces andinos en la gastronomía regional, circuito turístico de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy. Libro de Resúmenes en CD ROM de las V Jornadas Científicas del IFDC N° 7. Inst. Sup. Populorum Progressio – INTELA. S.S. de Jujuy.

Abarza, S.V. y J.H. Schimpf. 2005.b. Revalorización de los maíces indígenas en el circuito turístico de la Quebrada de Humahuaca, Jujuy. Libro de Resúmenes en CD ROM de las V Jornadas Científicas del IFDC N° 7. Inst. Sup. Populorum Progressio – INTELA. S.S. de Jujuy.



- Abarza, S. del V. y J. H. Schimpf. 2006. Los maíces indígenas en la cultura alimenticia andina. Libro de Resúmenes III Congreso Iberoamericano de Ambiente y Calidad de Vida y 4º Congreso de Ambiente y Calidad de Vida ISBN 950-746-148-5. S.F. del Valle de Catamarca (Catamarca): 69-70
- Cámara Hernández, J. y D. Arancibia de Cabezas. 1976. El maíz y sus usos en la Quebrada de Humahuaca. Suplemento de la Revista «Jujuy Cultural 5» Dirección Provincial de Cultura de Jujuy. 14 pp
- Cámara Hernández, J. 1989. Los maíces nativos del Noroeste Argentino. Actas XIX Congreso Argentino de Genética, Jujuy (Argentina): 79-84
- Cámara Hernández, J. y A.M. Miente Alzogaray. 1997. Las razas de maíz de Jujuy y Salta, Argentina. Libro de Resúmenes del 1er. Taller Internacional de Recursos Fitogenéticos del Noroeste Argentino. Salta (Argentina): 20
- IBPGR. 1991. Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City/International Board for Plant Genetic Resources, Roma. Italia. 88 pp.
- Iriarte, L., Lazarte, L., Franco J. y Fernández, D. 1999. Genero y el manejo de los Recursos Genéticos: El rol del genero en la conservación, localización y manejo de la diversidad genética de Papa, Tarwi y maíz. Edtiores FAO e IPGRI. Cochabamba, Bolivia. 78 pp.
- Salinas, R. y J.H. Schimpf. 2006. Elaboración y Comercialización de productos derivados de maíz andino en San Salvador de Jujuy, Argentina. Libro de Resúmenes XII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Quito (Ecuador):128
- Scarpa, G.F. y P. Arenas. 1996. Especies y colorantes en la cocina tradicional de la Puna jujeña (Argentina). *Candollea* 51 (2):483-514
- Schimpf, J.H., G.E. Bianco, L.N. Cazón, S.B. Ghisolfi, M.E. Simoneto. 1997. Caracterización de los sistemas productivos de maíces autóctonos en Valles Andinos de Jujuy. Libro de Resúmenes del Primer taller Internacional de Recursos Fitogenéticos del NOA. Salta, 20-24/05/97: 27
- Schimpf, J.; G. Bianco; L. Cazón; S. Ghisolfi; M. Simonetto; M. Villatarco y N. Rabaj. 2001. Características de maíces amiláceos, blanco y amarillo, en valles andinos de Jujuy, Argentina. Libro de Resúmenes - Sección Granos Andinos- X Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Jujuy, Argentina: 6
- Schimpf, J.H.; S.V. Abarza; N.D. Vignale; M. Ramos y G. Costilla. 2004. Caracterización de mazorca y uso de maíz indígena en El Moreno, Dpto. Tumbaya, Jujuy, Argentina. Libro de Resúmenes en CD Rom de Trabajos completos del XI Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Cochabamba (Bolivia).
- Schimpf, J.H. y S. del V. Abarza. 2005.a. Caracterización y usos de un maíz dulce indígena cultivado en la Quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. Libro de Resúmenes del V Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe. Montevideo (Uruguay): 89
- Schimpf, J.H. y S. del V. Abarza. 2006 b. Maíz Chullpi (*Zea mays var. amyleasaccharata*), Caracterización y uso en los valles andinos de Jujuy, Argentina. Libro de Resúmenes XII Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Quito, Ecuador: 128
- Solari, L. y S. Gómez. 1997. Catalogo de Germoplasma de Maíz de Argentina. Biblioteca Agraria Tropicale. Ed. Ministero degli Affari Esteri Instituto Agronomico Per Lötremare. Firenze (Italia). 303pp



## **RENDIMIENTO DEL YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. and Endl.)) EN TRES LOCALIDADES DEL NORTE DEL VALLE DE LERMA. PROVINCIA DE SALTA**

### **YIELD OF YACON (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. and Endl.)) IN THREE LOCALITIES OF THE NORTH OF THE LERMA VALLEY. PROVINCE OF SALTA**

Ortín S. P.<sup>1</sup>, G. Toledo<sup>1</sup>, R. Cardozo<sup>1</sup>, A. Ortín <sup>2</sup> y J. C. Godoy <sup>2</sup>

#### **RESUMEN**

El yacón es originario de la vertiente oriental de los Andes del Perú. Contiene entre el 50 y 70 % de fructooligosacáridos (FOS), importantes como fibra dietética y como prebióticos, y el 80 % de agua. Las hojas contienen sesquiterpenos, flavonoides, lactonas y sustancias aún no identificadas, con actividad antioxidante y fungicida. Los objetivos fueron determinar el rendimiento del Yacón en tres localidades en tres momentos de cosecha y estimar la calidad de raíces producidas.

El ensayo se desarrolló en La Caldera, Vaqueros y Lesser. Las batatas de yacón se cosecharon en forma temprana, de estación y tardía. Las mismas se pesaron y se las clasificó por calidad. En la cosecha temprana el rendimiento fue de 51.484 kg/ha en Vaqueros, 35.375 kg/ha en Lesser y 28.093 kg/ha en La Caldera. La cosecha de estación fue similar a la primera. Los rendimientos en la última cosecha fueron de 52.185 kg/ha en La Caldera, 28.650 kg/ha en Lesser y 45.350,90 kg/ha en Vaqueros. Los porcentajes de batatas de primera fueron menores en Lesser (20,9 %), luego Vaqueros (29,1 %) y La Caldera (38,8 %). La menor proporción de descarte fue en Vaqueros (37,1 %), le sigue La Caldera (43,6 %) y Lesser (56,4 %).

**Palabras clave:** cosecha, calidad, producción de yacón

#### **SUMMARY**

Yacón is original of the Eastern slope of the andes of Perú. It contains between 50 and 70 % of fructooligosaccharides (FOS), important as dietary fiber and prebiotics and 80% of water. The leaves contain only sesquiterpenos, flavonoids, lactones and a group of chemicals still unidentified with antioxidant and fungicide activity. The objectives were to determine the yield of the Yacón in three localities at three moments of harvest and the roots quality

The test was developed in La Caldera, Vaqueros and Lesser. The sweet potatoes of yacón were harvest in early, on time and late season. The same ones were weighed and it classified them by quality. In the early harvest the yield was 51,484 kg/ha in Vaqueros; 35,375 kg/ha in Lesser and 28,093 kg/ha in La Caldera. The harvest season was similar to the early harvest. In the last harvest the yields were 52,185 kg/ha in La Caldera; 28,650 kg/ha in Lesser and 45.350,90 kg/ha en Vaqueros The average of first roots was the lower in Lesser (20.9%),

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Avenida Bolivia 5.150. 4400 Salta. República Argentina. [sortin@unsa.edu.ar](mailto:sortin@unsa.edu.ar); <sup>2</sup>OiKOS – Fundación para el Desarrollo Sustentable. Los Peteribies 579. 4400 Salta. República Argentina. [oikosargentina@arnet.com.ar](mailto:oikosargentina@arnet.com.ar)

soon Vaqueros (29.1%) and La Caldera (38.8%). The lowest proportion of the third category was in Vaqueros (37,1%), followed by La Caldera (43,6%) and Lesser (56, 4%).

**Key words:** harvest, quality, yacon production.

## INTRODUCCIÓN

El yacón es una planta originaria de la vertiente oriental de los Andes del Perú, expandiéndose su cultivo a otras zonas agro ecológicas tropicales altas. Se cultiva con relativa frecuencia en la zona andina del Perú y Bolivia, menos en Ecuador y Colombia. En Argentina se menciona como área de cultivo a las provincias de Salta y Jujuy (Parodi, L, 1980; Zardini, E, 1991). Es una planta herbácea perenne, que mide de 1 a 2,5m de alto. Si proviene de semilla consta de un solo tallo principal, a veces ramificado desde la base, otras veces, solo con ramas pequeñas en la parte superior. Si la planta proviene de propágulos o de semilla vegetativa, consta de varios tallos. Los tallos son cilíndricos, pilosos y huecos de color verde a púrpura, con hojas palmatinervadas cordiformes con abundante pubescencia en el haz y en el envés con pilosidad de 1 a 1,5 mm, opuestas triangulares de base trunca, hastada o acorazonada, por su amplitud laminar y suavidad son muy susceptibles a heladas y a granizadas con graves consecuencias, tiene dos tipos de raíces: fibrosas para el anclaje y nutrición y reservantes engrosadas de color blanco, crema o púrpura, con inserción directa a la cepa madre, la abundancia y el tamaño de las raíces depende del tipo de suelo y la resistencia de la planta a factores climáticos adversos como la presencia de sequía que anualmente soporta, su peso puede fluctuar fácilmente entre los 50 y 1000 g. Inflorescencia racimosa de tipo cabezuela en capítulos con un promedio de 10 flores por planta con 5 sépalos por flor, presentan flores laterales liguladas de color amarillo anaranjado en número de 15 y flores centrales tubulares de color amarillo oscuro, fruto aquenio en forma elipsoidal, indehiscente de color café oscuro. La cepa o corona es un órgano subterráneo sobre el cual se desarrollan abundantes yemas vegetativas, se forma por el engrosamiento de la parte del tallo que está dentro de la tierra y que está unida a las raíces, almacenan sustancia de reservas en forma de carbohidratos simples y fructooligosacáridos (Seminario y otros, 2003).

Ubicada taxonómicamente dentro de la familia Asteraceae, se encuentran en Salta dos especies *Smalanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) y *Smalanthus macroscyphus* (Novara, L, 1984). El yacón recibe varios nombres en el norte del Perú como llacón y llakwash. En aymará se lo conoce como aricoma o aricumay y en quechua llaqón, llacúm y llacuma (Seminario y otros, 2003).

Estas especies producen un tipo especial de

raíz, la cual se come en forma fresca de sabor agradable, dulce y deja una sensación refrescante, contiene componentes activos fotoquímicos con propiedades favorables sobre la salud.

Esta cualidad se debe a que almacena principalmente fructooligosacáridos (FOS) entre el 60% a 70% en base seca, y una baja proporción de azúcares reductores como glucosa, fructosa y sucrosa; Los FOS son un tipo especial de azúcares que no pueden ser digeridas por el organismo humano por carecer de enzimas necesarias para su metabolismo, esto significa que los FOS son azúcares con pocas calorías y no elevan el nivel de glucosa en la sangre, siendo esta cualidad importante para el mercado de productos dietéticos y de personas que padecen diabetes (Seminario y otros, 2003). Debido a que la mayoría de las propiedades del yacón han sido atribuidas a su contenido de fructooligosacáridos, es importante conocer de que manera la composición química de las raíces cambia en sus principales estados de desarrollo. En términos generales se puede considerar que la concentración de FOS en las raíces aumenta a medida que la planta madura y posiblemente alcance su valor máximo en el estado senescente o un poco antes. Después de la cosecha ocurrirá lo contrario, es decir, la concentración de FOS disminuirá progresivamente mientras que la de los azúcares simples se incrementará. Estos dos procesos, la síntesis y la degradación de FOS, están bajo control enzimático (Seminario y otros, 2003).

Los FOS se extraen industrialmente de la «achicoria». Mediante esta extracción, se obtiene la inulina. La inulina y los FOS, están considerados por la Food and Drugs Administration como ingredientes alimenticios Generally Recognized As Safe o seguros para el consumo. Los FOS actúan como un componente prebiótico (ingredientes no digeribles de los alimentos que afectan beneficiosamente al huésped por una estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de un limitado grupo de bacterias en el colon) que facilita el incremento de las bifidobacterias. Estas bacterias son las que, favorecen la producción del complejo de la vitamina B y el ácido fólico, inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos incluyendo *Salmonella*, *Shiguelia*, *Stafilococcus* y *Candida*. Los FOS del yacón tienen especiales propiedades fisicoquímicas, como su elevada retención de agua, estabilidad a temperaturas altas y de refrigeración, además de poseer cerca de un tercio del poder edulcorante de la sucrosa y de ser ba-

jos en calorías, así como ser una alternativa al uso de la azúcar comercial (sacarosa) y de productos similares, que hacen de los FOS unos compuestos de gran aplicabilidad tecnológica y nutricional (Fernández-Jeri, A., 2003).

La hoja presenta varios compuestos químicos sesquiterpenos, lactosas, flavonoides (Valentona y otros, 2004), varios de estos compuestos tienen actividad fungicida, antibacteriana y antioxidante. Además se demostró que la infusión de hojas de yacón tiene propiedades hipoglucemiantes, actualmente se ha aislado el principio activo que le confiere esta propiedad (Lachman y otros, 2003)

Los objetivos de este trabajo fueron: determinar el rendimiento del yacón en kg/ha en las diferentes localidades en tres momentos de cosecha, estimar el tipo de raíces que se producen y su proporción relativa en cada una de las cosechas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio está ubicada en la Provincia de Salta al norte del Valle de Lerma, en el Departamento de La Caldera, abarca los Municipios de La Caldera y Vaqueros, este último incluye a la Localidad de Lesser. El Departamento se encuadra entre las coordenadas geográficas 24° 30' y 24° 35' LS y entre los 65°30' y 65°25' LW, el clima es tropical serrano con estación seca, temperaturas medias de 20°C. En Vaqueros las precipitaciones medias se encuentran entre los 700-900 mm anuales, suelo de incipiente desarrollo, textura media, bien drenado, moderadamente ácido. En tanto en Lesser las precipitaciones promedios están entre los 700-1000 mm, suelo débilmente desarrollado, textura medianamente fina, pobremente drenado, fuertemente ácido a neutro y en La Caldera las precipitaciones medias anuales están en el orden de los 600-800 mm, suelo débilmente desarrollado, textura media en superficie y media a medianamente gruesa en profundidad, moderadamente bien drenado, moderadamente ácido a moderadamente alcalino (Nadir y Chafatinos, 1990).

La experiencia se desarrolló en tres sitios: La Caldera, Vaqueros y Lesser; para ello los materiales que se utilizaron fueron los siguientes: piolín, etiquetas de aluminio, bolígrafo indeleble, ruleta, papel y lápiz,

balanza electrónica (precisión  $\pm 0,001$  g) calibre electrónico, pala, pico, tijera de podar, navaja.

La cosecha de las batatas de yacón se realizó en forma manual. Previamente se marcaron 60 plantas de las cuales fueron cosechadas 20 al azar por cada momento de cosecha: temprana, de estación y tardía; por parcela y en cada uno de los sitios de experimentación. Primero se cortaron todos los tallos de la planta, luego se removió la tierra alrededor de las plantas, de tal manera que al momento de retirar la corona con las batatas, se evitó el daño a las raíces. Luego las raíces fueron desgajadas con mucho cuidado, empleando una navaja a fin de evitar lesiones en la zona de unión de la cepa.

Se pesaron las raíces para determinar el rendimiento en kg/ha para los tres sitios. Se separaron las raíces malogradas, cortadas y deformes y con fines de estimar el tipo de raíces producidas y su proporción relativa en la cosecha se adoptó la clasificación de calidad de raíces propuesta por Seminario y otros (2003):

- Raíces de 1º Categoría: son las más grandes, con un peso que varía entre 300 a 700 g.
- Raíces de 2º Categoría: su peso varía entre 120 a 300 g.
- Raíces de 3º Categoría: consideradas no comerciales con un peso menor a 120 g o más de 700g, en esta última categoría se incluyeron además las raíces deformes, con algún tipo de lastimadura y rotas en el proceso de extracción.

Todo lo mencionado anteriormente se realizó planta por planta agrupando las raíces en las categorías mencionadas y realizando la selección de las mismas.

## RESULTADOS

El mayor rendimiento total promedio se obtuvo en la Localidad de Vaqueros, seguido por La Caldera y por último Lesser. En cuanto a rendimiento promedio obtenido por época de cosecha, Vaqueros obtuvo la mayor producción en cosecha temprana y de estación, no así en la cosecha tardía donde se registró una disminución, siendo en este caso la localidad de La Caldera la que mostró la mayor producción de raíces reservantes tardías (Cuadro 1).

Localidad/ Época de cosecha	Lesser	Vaqueros	La Caldera
<b>Temprana (kg/ha)</b>	35.375,00	51.484,36	28.093,01
<b>De Estación (kg/ha)</b>	37.750,00	44.417,55	29.277,65
<b>Tardía (kg/ha)</b>	28.650,00	45.350,90	52.185,92
<b>Total (kg/ha)</b>	<b>101.775,00</b>	<b>141.252,81</b>	<b>109.556,58</b>

Cuadro1. Rendimientos de batatas de yacón expresados en kg/ha para tres localidades del Valle de Lerma.

El rendimiento total en la cosecha temprana fue mayor en Vaqueros (51.484 kg/ha), en tanto La Caldera presentó el rendimiento menor con 28.093 kg/ha, mientras Lesser obtuvo un rendimiento de 35.375 kg/ha. La cosecha de estación fue similar a la primera.

En tanto en la última cosecha, La Caldera registró mayores rendimientos (52.185 kg/ha) y Lesser los menores (28.650 kg/ha).

En Lesser el promedio de batatas de primera fue el menor de las tres localidades (20,9 %), le siguió Vaqueros (29,1 %) y luego La Caldera (38,8 %). En tanto en Vaqueros, la proporción de batatas de segunda

fue mayor (33,8%), siguiéndole Lesser con 22,7 % y por último La Caldera con 17,6 %. La menor proporción de tercera categoría fue Vaqueros con el 37,1 %, le sigue La Caldera con el 43,6 % y Lesser con el 56,4 %.

Al analizar las raíces de 3ª categoría por Localidad, se obtuvieron los siguientes resultados: Lesser 19.496,94 kg/ha; La Caldera 16.772,73 kg/ha y Vaqueros 18.363,94 kg/ha de raíces de 3ª; y se las clasificó según sus patologías en rotas, enfermas y deformes y se determinó su porcentajes.

La Localidad de Lesser presentó el mayor porcentaje de raíces con un peso menor a 120 g, seguido de Vaqueros y por último La Caldera (Cuadro 2).

Localidad/ Categoría	Lesser		Vaqueros		La Caldera	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
< 120 g	10.450,36	53,6	8.704,51	47,4	6.356,86	37,9
Rotas	2.495,61	12,8	3.250,42	17,7	1.576,64	9,4
Enfermas	6.317,01	32,4	2.460,77	13,4	-	-
Deformes	233,96	1,2	330,55	1,8	4.813,77	28,7
> 700 g	-	-	3.617,70	19,7	4.025,46	24,0

Cuadro 2. Raíces de descartes en las tres localidades del Valle de Lerma.

Con respecto a raíces rotas, se observó en Vaqueros la mayor proporción seguido de Lesser y La Caldera (Cuadro 2); raíces enfermas solo se observó en dos localidades, Lesser (32,4%) y Vaqueros (13,4%); se debe tener en cuenta que Lesser presentó valores altos de raíces enfermas debido a un problema de nemátodos, ya que en ese lote se cultivaba tabaco años atrás, unido al efecto que las heladas invernales produjeron sobre el cultivo; éstas no fueron tan rigurosas en los otros dos sitios; La Caldera mostró mayor proporción en raíces malformadas (28,7%), seguido de Vaqueros y de Lesser con porcentajes muy pequeños; en cuanto a producción de raíces con un peso mayor a 700 g solo se registró en La Caldera (24%) y Vaqueros (19,7%).

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que el mayor rendimiento promedio total se obtuvo en la localidad de Vaqueros, seguido por La Caldera y por último Lesser.

En cuanto a rendimiento promedio obtenido por tiempo de cosecha la localidad de Vaqueros es la de mayor producción en cosecha temprana y de estación no así en la cosecha tardía donde se nota una merma siendo La Caldera la que muestra la mayor producción de raíces reservantes tardías. Con respecto al descar-

te se observa que Lesser muestra los máximos valores promedios de descarte total, seguido por Vaqueros y por último La Caldera.

También algo que se debe resaltar es que en cosechas tempranas la raíz es de consistencia vidriosa semidura y se deshidrata rápidamente, además de ser un producto mucho más quebradizo y sensible al daño físico.

## BIBLIOGRAFÍA

Fernández-Jeri, A. 2003. Yacón: Importancia Prebiótica y Tecnológica. AGROENFOQUE. Ed. N°139: 46 - 47. <http://barrioperu.terra.com.pe/agroenfoque>

Lachman, J., E.C. Fernández, M. Orsák. 2003. Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use, a review. Plant Soil Environ. 49(6): 283–290

Nadir, A y T. Chafatinos. 1990. Los suelos del NOA (Salta y Jujuy). Universidad Nacional de Salta, SUBCYTSEAA. Tomo 1: 86 p.

Novara L., 1984. Las utilidades de los géneros de antófitos del nordeste del Valle de Lerma. Univ. Nac. de Salta, Salta. 87 p.

Parodi L.R. 1980. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 3rd ed. actualizada por M.J. Dimitri. Ed. Acme. Buenos Aires. 1.409 p.

Seminario J., M. Valderrama, I. Manrique. 2003. El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio». Edit CIP, U.N.C., COSUDE, Lima. Perú. Pp: 1-61.

Valentona K, J. Ulrichova, V. Simonek. 2003. Actividad antioxidante del extracto de hojas de *Smallanthus sonchifolius* (yacon): Eur J Nutri. 42:61-66

Zardini, E. 1991. Ethnobotanical Notes on «Yacon» (*Polymnia sonchifolia* (Asteraceae). Economic Botany 45(1): 72-85.





# Comunicaciones



## RELEVAMIENTO SOCIO-AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO VAQUEROS (SALTA-ARGENTINA)

### SURVEY SOCIO-ENVIRONMENTAL BASIN RIVER VAQUEROS (SALTA-ARGENTINA)

Barboza, L.J, M. Loayza, V. Vázquez, C. Venencia, C. Villanueva, S.A. Castrillo y S.E Ferreira<sup>1</sup>.

#### RESUMEN

La Cuenca del río Vaqueros pertenece a la cuenca del río Mojotoro que drena sus aguas a la gran cuenca del río Bermejo. El Clima es *Subtropical Serrano con estación seca*, con lluvias estivales y heladas durante el invierno. Se ubica en el sector austral de la provincia geológica Cordillera Oriental. Se reconocen áreas montañosas constituidas por el Cordón de Lesser y las Sierras de Vaqueros. Entre ambos sistemas se dispone el valle del Río Lesser, de dirección norte-sur. En este trabajo se caracterizan los componentes socio-ambientales principales, a fin de establecer la línea de base ambiental.

La forma de la cuenca es oval redonda y la pendiente media es del 33%. El colector principal es el río Vaqueros, siendo sus afluentes los ríos Lesser y Castellanos. La densidad de drenaje es del 0.47 km/km<sup>2</sup>. El área constituye una importante recarga de acuíferos debido a la infiltración parcial del río principal.-La vegetación y la fauna corresponden a la provincia fitogeográfica de Yungas y Chaco Serrano.

La distribución de la población es marcadamente irregular en la parte alta debido a las características del terreno, en donde se practican ganadería y agricultura de subsistencia, fruticultura y granja, mientras que en la parte baja la distribución es concentrada y se realizan diversas actividades económicas más lucrativas.

**Palabras clave:** componentes socio-ambientales, Yungas, línea de base

#### SUMMARY

Vaqueros River Basin belongs to Mojotoro River Basin, which drains its waters into the great Basin of the Bermejo River. The Climate is subtropical with dry season, with summer rains and frost during the winter. It is located in the southern area of the Eastern Cordillera Geological Province. There are mountainous areas constituted by the Lesser chain and the Vaqueros mountain range. Between both systems lays out the River Lesser Valley, north-south direction. In this work, the socio-environmental components are characterized in order to establish the line of environmental base.

The shape of the basin is oval round and the average slope is of 33%. The main drainage is the Vaqueros River. Its influx comes from Lesser River and Castellanos River. The drainage density is 0.47 km/km<sup>2</sup>. The area constitutes a very important groundwater reload due to the partial infiltration of the main River Part of the River vegetation and fauna belong to the Yungas phytogeographic province and Chaco Serrano.

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Cátedra Gestión Ambiental y Ordenación Territorial. CIUNSa. Avda. Bolivia 5150 (4400) Salta, Argentina  
ferreira@natura.unsa.edu.ar

The population distribution is markedly irregular in the upper part of the area due to the terrain characteristics, where subsistence farming, cattle ranching, fruit and farm are practised, while in the lower part of the area the distribution is concentrated and more economy activities are carried out for profiting.

**Key words:** socio-environmental components, yungas, line of environmental base

## INTRODUCCION

La cuenca del río Vaqueros se encuentra a 10 km al nordeste de la ciudad capital de la provincia de Salta, en el departamento La Caldera. Pertenece a la cuenca del río Mojotoro que drena sus aguas a la gran cuenca del río Bermejo. Es una cuenca montañosa delimitada por el Cordón de Lesser y las Sierras de Vaqueros (Cordillera Oriental). Las altitudes varían desde una altura máxima correspondiente al cerro Alto de Las Chuzas (3550 msm) hasta la mínima altitud de 1200 msm en el punto de cierre de la cuenca, ubicado en la unión del río Vaqueros y La Caldera. Las coordenadas geográficas del área de estudio son: 24° 38' 15.5 « LS, 65° 27' 40.94 » LO; 24° 42' 55.48 « LS, 65° 26' 52.41 " LO; 24° 39' 16.22 « LS, 65° 25' 32.67" LO y 24° 42' 42.38 « LS, 65° 23' 44.92" LO.

El objetivo de este trabajo es realizar la caracterización de los componentes socio-ambientales principales: clima, geología, relieve, suelos, hidrografía, vegetación, fauna y aspectos poblacionales de la cuenca del río Vaqueros, que permitan componer la *línea de base ambiental*.

## MATERIALES Y METODOS

Se realizó la recopilación de información bibliográfica y mapas de la zona de estudio. Se estableció el Tipo Climático y Balance Hídrico, según el modelo de Thornthwaite, utilizando los datos de precipitaciones y temperaturas de Bianchi A. (1996) y Bianchi A. y C. Yañez (1992) y los registros de precipitaciones de Mármol, L. (Comunicación personal) para la localidad homónima. Se establecieron la precipitación media mensual y anual para toda la cuenca utilizando el método de polígonos de Thiessen.

Se determinaron las características morfológicas de la zona de estudio que determinan la

forma y relieve: factor forma de Gravelius, Índice de Compacidad (Kc), Curva Hipsométrica, Coeficientes de Masividad (CM) y Orográfico (CO), Altitud y Pendiente Media de la cuenca y cauce principal. Con respecto a la red hidrográfica, se establecieron número de orden de tributarios y jerarquía del curso principal. Se calcularon la densidad de drenaje y frecuencia de cursos.

El estudio de la vegetación de la cuenca se basó en el trabajo de Mosa, S. (1981), identificando las unidades de vegetación. La fauna se caracterizó en base a información bibliográfica y consulta a pobladores locales. Para caracterizar los aspectos socioeconómicos se utilizaron la información del Censo Nacional 2001 para la localidad de Vaqueros. También se realizaron entrevistas, encuestas a los pobladores locales ubicados en dos sitios claves: zonas altas y bajas.

## RESULTADOS

### Clima

El Clima corresponde a *Subtropical Serrano con estación seca*, con lluvias principalmente estivales y heladas durante el invierno, en la localidad de Vaqueros se registra una temperatura media anual de 16,4°C, con una máxima media mensual de 21,2°C, en el mes de enero; y una mínima de 10,1°C en el mes de junio y julio. El tipo climático es de Húmedo, mesotermal, con nula o pequeña deficiencia de agua y concentración estival de la eficiencia térmica del 48 % (B3 B'2 r a) Figura 1.

Se realizó el balance hídrico utilizando el método de polígonos de Thiessen que consiste en determinar un coeficiente de ponderación para la superficie de los polígonos de cada estación meteorológica (Tabla 1).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
T (C°)	21,2	20,2	18,9	16	13,1	10,1	10,1	12,3	15,2	18,5	20,2	21,1	16,4
Pp(mm)	267	256	189	67	19	13	12	12	12	53	111	192	1203
EP pot.	85	75	79	61	48	30	31	42	54	73	77	84	739
Ev real	85	75	79	61	46	28	28	34	41	65	77	84	702
Deficit	0	0	0	0	-2	-2	-4	-7	-14	-8	0	0	-36
Exceso	182	181	110	6	0	0	0	0	0	0	0	21	500
Ecurr	96	139	125	65	33	16	8	4	2	1	1	11	500
EP relat	100	100	100	100	96	92	89	83	75	89	100	100	95

Tabla 1: Balance hídrico para la cuenca del río Vaqueros

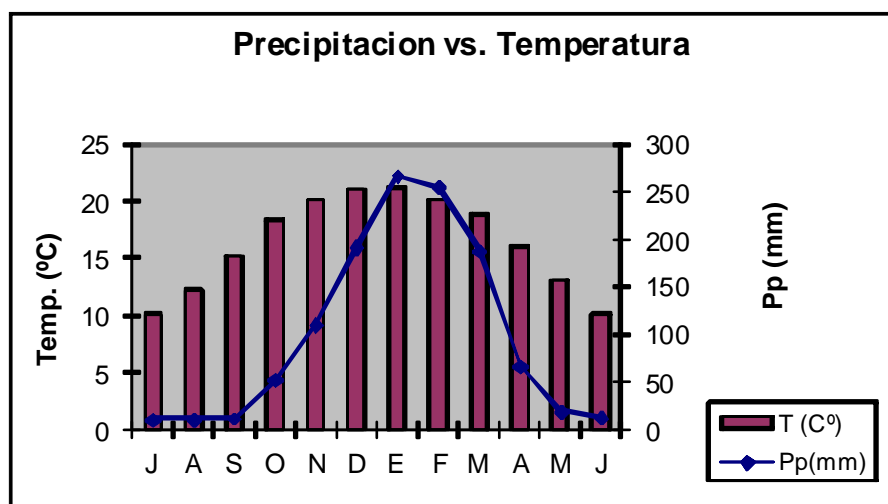


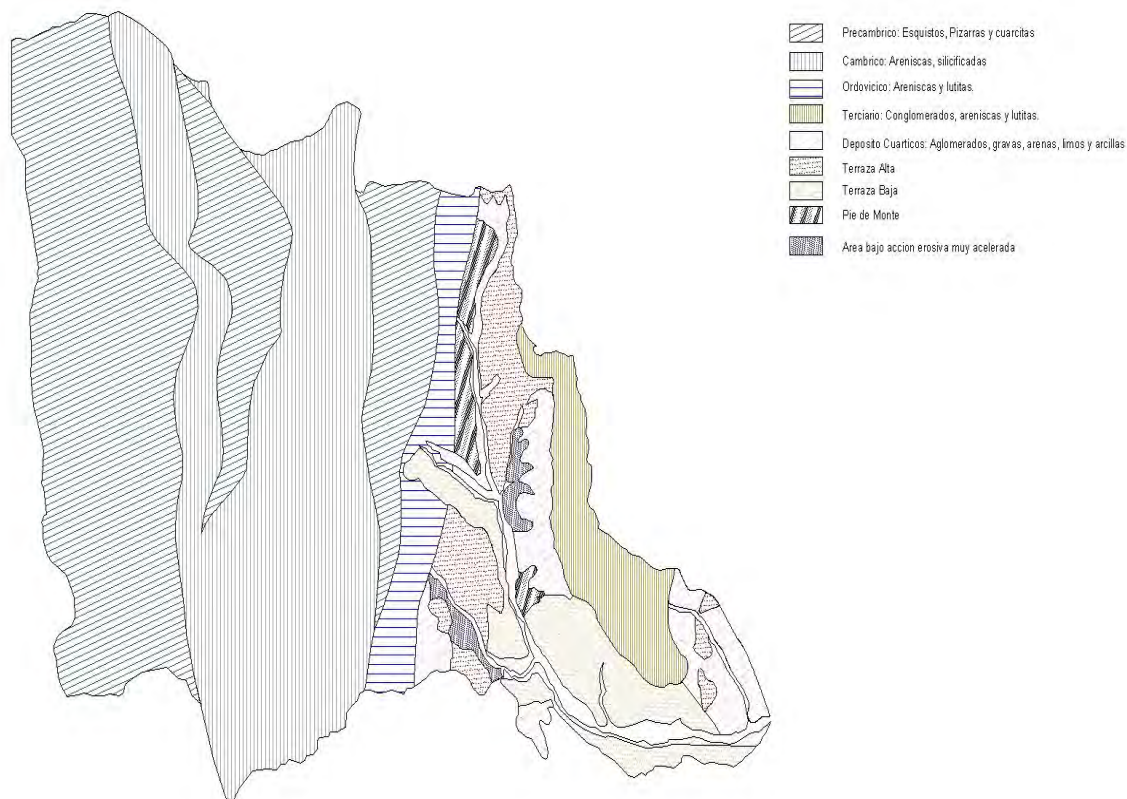
Figura 1: Climograma de la cuenca del río Vaqueros

**Geología y Geomorfología**

El área de estudio se ubica en el sector austral de la provincia geológica Cordillera Oriental. Se caracteriza por un basamento precámbrico sobre el que se apoyan discordantemente las sedimentitas del Paleozoico Inferior, del Grupo Salta (Cretácico –Terciario), del Grupo Oran (terciario) y sedimentos cuaternarios de relleno de valle, tanto el basamento como su cubierta sedimentaria están afectados por la intensa tectónica regional. Presenta fallamientos predominantemente del tipo inverso, la compleja situación estructural, típica de un ambiente compresivo, provoca localmente la eliminación total o parcial de unidades litoestratigráficas y en otros casos su repetición (Figura 2).

En las sierras de Vaqueros se pueden observar conos aluviales de pequeñas dimensiones elaborados por los cursos que provienen de su flanco occidental. El material que los constituye es de granulometría variada y proviene exclusivamente de la erosión de las sedimentitas terciarias que conforman la sierra. Conos de mayores dimensiones se observan en el flanco oriental.

Las terrazas fluviales constituyen otra geoforma importante. En ambas márgenes del río Lesser se reconocen terrazas altas, las cuales se disponen paralelas y tienen una distribución asimétrica, observándose en la margen derecha. Sus superficies están cubiertas por suelos incipientes (Gutiérrez, M. 1995).



Se reconocen áreas montañosas constituidas por el Cordón de Lesser que se encuentra en el sector occidental de la cuenca, Es un elemento orográfico marcadamente asimétrico, con su cresta principal desplazada hacia el oeste. El flanco occidental es angosto y abrupto mientras el flanco oriental posee una pendiente menor, con numerosas quebradas que lo disectan profundamente.

La Sierra de Vaqueros, límite oriental de la cuenca, cuya cota máxima es de 1848 msm, posee una morfología distinta a la del Cordón de Lesser. Las rocas terciarias que la conforman ofrecen una menor resistencia al moldeado fluvial; de esta manera se desarrollan en ella numerosos cursos, con una disposición tal que revela el marcado control topográfico existente.

Entre ambos sistemas se dispone el valle del Río Lesser, con una altura promedio de 1400 msm, que tiene dirección norte- sur.

### Suelos

En general toda la cuenca en estudio presenta suelos insipientes del tipo A,C pertenecientes a la Asociación Mojotero, Asociación Quijano (Qj), Asociación Afloramiento La Poma – Nazareno (Af +Lp – Na) ,Asociación Vaqueros (Va), Asociación San Alejo (Saj) y Asociación La Quesera – La Quesera Chica (Lq – lqc ) respectivamente (Nadir y Chafatinos,1990).

### Características morfológicas de la cuenca

Se calcularon los parámetros de forma, relieve y red hidrográfica (Tabla 2).

Perímetro de la cuenca	49 km
Superficie de la cuenca	132 km <sup>2</sup>
Índice de compacidad	1,185
Altitud mediana	2150 msm
Altitud media	2020 msm
Coef. de Masividad	15
Coef. Orográfico	30
Pendiente media cca	33%
Densidad de drenaje	0.47km/km <sup>2</sup>
Número de orden	6
Jerarquía del río ppal	6
Pendiente media del curso principal	7%

Tabla 2. Parámetros de forma, Relieve y Red de Drenaje

### Hidrología

El principal colector de esta cuenca en estudio es el río Vaqueros que se origina por la unión de los ríos Lesser y Castellanos. Los mencionados cursos son de carácter permanente. El río Lesser tiene una longitud de 15 km y escurre en sentido norte-sur. Su tributario principal es el arroyo Peñas Blancas, de régimen permanente, cuyas nacientes se encuentran en el flanco oriental del Cordón de Lesser. Esta subcuenca tiene una superficie de 71.1 km<sup>2</sup>.

Por su parte, el río Castellanos escurre hacia el este con una longitud de 17.5 km. En el paraje Las Juntas recibe por su margen izquierda el aporte del arroyo del Chorro, único curso de carácter permanente. La superficie que abarca esta cuenca es de 51.4 km<sup>2</sup>.

La unión de ambos dan origen al río Vaqueros que recorre una distancia de 7 km por la porción sur de la cuenca hasta su confluencia con el río Mojotoro, escurriendo en sentido oeste-este. En la época de estiaje, los torrentes y pequeños cursos que descienden del faldeo sur de la Sierra de Vaqueros y norte de las Lo-

mas de Medeiros alimentan el curso principal. El carácter del río Vaqueros es permanente pero el agua se filtra paulatinamente hasta desaparecer unos 3 km antes del puente de la ruta nacional N° 9, esto se debe al ensanchamiento del valle y al aumento del espesor de los depósitos aluviales. Este caudal infiltrado cuando se supera el umbral hidrogeológico, constituye una importante recarga de acuíferos en ésta porción que podrían ser aprovechados para provisión de agua potable a la zona ya que este volumen alcanzará para abastecer a 35000 personas que consuman 200 litros/día (7000 m<sup>3</sup>/día) con captación mediante galerías filtrantes (Gutiérrez, M. 1995).

### Vegetación

Pertenece a la provincia fitogeográfica de Yungas con las formaciones de selva montana, bosque montano, selva de transición y los pastizales de ladera y de altura, y a la provincia fitogeográfica de bosque chaqueño serrano (Mosa, S. 1981). En la Tabla 3 se describen las mismas y se nombran las especies dominantes. Se puede observar su distribución en la Figura 2.

Denominación	% de sup.	Altura msm	Ubicación	Especies dominantes
Bosque de nogal	13	1450-1800	La deras al sur y quebradas(Cordón de Lesser)	<i>Juglans australis</i> (nogal)
Bosque de laurel y nogal	5.5	1300-1900	La deras oeste y sur (Sierra de Vaqueros)	<i>Phoebe porphyria</i> (laurel) <i>Juglans australis</i>
Bosque de aliso y granadillo	1	1750-1900	Norte del arroyo Peñas Blancas	
Bosque de pino del cerro	1.5	1700-2400	Flanco oriental del Cordón Lesser	<i>Crinodendron tucumanum</i> (granadillo) <i>Alnus jorullensis</i> (aliso)
Bosque de aliso	23	1900-2900	La deras al sur y quebradas altas	<i>Alnus jorullensis</i>
Pastizal de ladera	20	1400-2400	La deras al norte y este, terrazas de los ríos Lesser y Vaqueros	<i>Paspalum plicatulum</i> <i>Panicum miliodes</i> <i>Setaria geniculata</i> <i>Tagetes pusilla</i> <i>Tagetes minuta</i> <i>Tagetes terniflora</i>
Pastizal de ladera	29	2400-2900	La deras al norte y este	<i>Poa annua</i> <i>Eragrostis sp.</i> <i>Tagetes terniflora</i>

Tabla 3 Comunidades vegetales en la cuenca del río Vaqueros (Mosa, S. 1981)

Esta clasificación está basada en la dominancia de individuos (número y cobertura) faunística que será resumida a continuación:

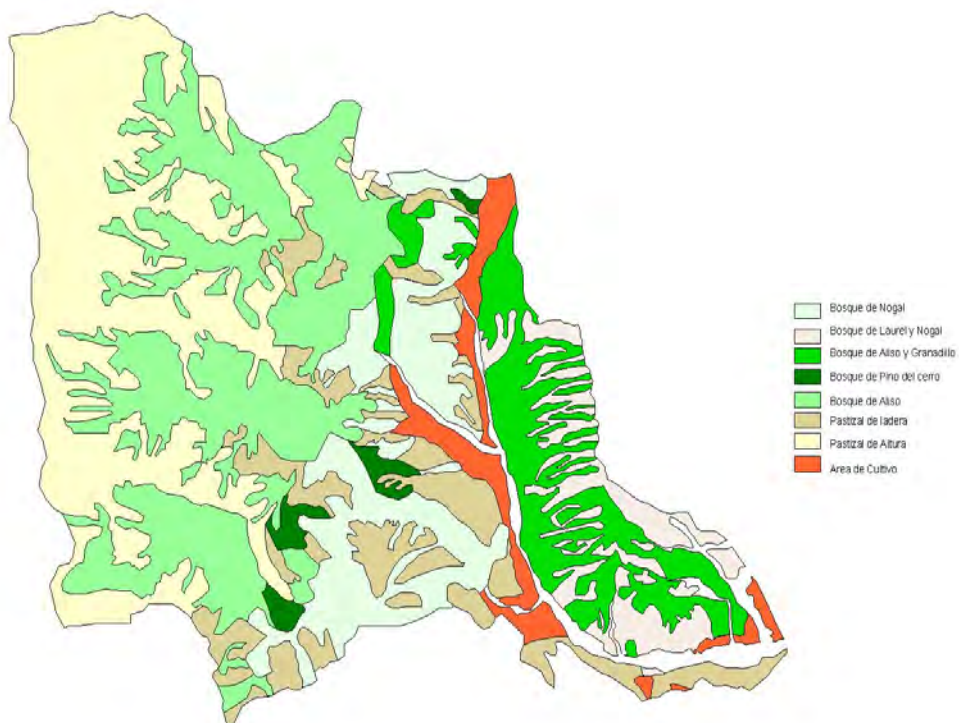


Figura 3. Mapa de Vegetación y uso del suelo de la cuenca del río Vaqueros (Mosa, S. 1981)



Pertenece a las provincias fitogeográficas de yungas y bosque chaqueño serrano, debido a esto y dada la extensión, existe una variada composición

Mamíferos más representativos: corzuela, puma, gato montes, armadillo, zorros, zorrinos, comadrejas, conejos, liebres, cuises, ratones silvestres, etc. Entre las aves abundan las psitaciformes, loro hablador, cotorra, catita, y otras especies de aves como: picaflor, carpintero, urraca, chalchalero, carancho, tero, perdices, torcaza, celestino, etc. Algunas aves como el chalchalero, zorzal chiguanco, naranjero, celestino, entre otras, pudieron adaptarse a los cambios ambientales, explotando los recursos que les ofrecen los nuevos ambientes de cultivos.

Los reptiles están representados por ofidios como: coral (*Micrucus sp.*), víbora de cascabel (*Crotalus durissus*), yararás, varias culebras, falsa yarara (*Ophis sp.*), lagartijas; también hay ranas de diversos géneros. Cuenta además con una fauna diversa de insectos e invertebrados (Cabrera, A y A. Willink, 1980).

#### Aspectos socioeconómicos

El total de la población es de 3.450, el 48% corresponde a mujeres y el 51,5 a varones; la condición de actividad de la población mayor de 14 años es: ocupados 46%, desocupados 11,2% e inactivos 42,8%; el máximo nivel de educación alcanzado por la población de 15 años o más es: sin instrucción o primario incompleto 21%; secundario incompleto 50,3%; terciario o universitario incompleto 27,4%; terciario o universitario completo 1,1% (Censo Nacional, 2001).

La mayoría de las familias ubicadas en los sectores serranos montañosos radican en la zona hace varias generaciones. Presentan un patrón de asentamiento disperso, que se acentúa más a medida que ascendemos y nos alejamos del centro urbano.

En general los ancianos y adultos no tienen estudios, los niños reciben educación primaria en la escuela del pueblo, que además de su fin educativo cumple importantes funciones en la alimentación, los que se encuentran más alejados acceden a la misma a pie o a caballo (Belmonte, S. 2002).

En la zona alta la mayoría de las familias realiza agricultura de subsistencia, solo alguna de ellas vende parte de sus producciones o lo truecan con sus vecinos. Se destacan cultivos de verduras (zanahoria, cebolla, zapallo, arveja, habas) variedades de maíz y papa (en verano). Fruticultura a pequeña escala principalmente durazno, manzana y ciruela. La actividad ganadera constituye otro importante aporte, la producción es extensiva e incluye ganado mayor (vacuno y equino) y menor (ovino y caprino), básicamente la alimentación del ganado se realiza libremente en el cerro, aprovechando pastizales naturales y recursos del bosque (Belmonte, S. 2002). También se crían animales de gran-

ja como gallinas para la producción de huevos, se elaboran productos artesanales (quesos, dulces, tejidos, etc.).

En la zona baja, en donde se asienta el pueblo, se realizan diversas actividades comerciales, turismo, elaboración de productos artesanales, platería, cerámica, flores, que incluye principalmente la producción de calas (cerca de aguadas y acequias).

#### DISCUSIÓN

Se trata de una cuenca montañosa con altitudes medias de 2020 msm, con una pendiente media del orden del 33 %, lo que indica que, ante procesos de lluvias intensas (frecuentes en la zona), está propensa a sufrir procesos de remoción en masa (deslizamientos, derrumbes, etc.), facilitados por su relieve muy accidentado (Co= 30 y CM= 15), y litología de las rocas que lo conforman. El índice de compacidad calculado expresa que la forma de la cuenca es oval redonda; esta forma también contribuye a concentrar los caudales máximos en poco tiempo.

El cauce principal es muy ramificado (orden 6) y su pendiente media del 7% indica una considerable capacidad de erosión y arrastre de materiales. La eficiencia que presenta la cuenca para drenar el agua ante un fenómeno pluvial es de 0.47 km/km<sup>2</sup>, se debe recalcar que sólo se consideraron los cursos de agua permanente. La mayoría de los cursos de orden 1, 2 y 3 constituyen torrentes, que arrastran materiales cuando suceden lluvias intensas.

Todos estos procesos son atenuados por la vegetación boscosa existente, aunque la explotación ganadera ha generado sobrepastoreo en laderas con pastizales serranos, que se manifiesta como erosión en pie de ganado.

#### CONCLUSIONES

El principal colector de esta cuenca es el río Vaqueros de carácter permanente que se origina por la unión de los ríos Lesser y Castellanos. La red hidrográfica en su conjunto constituye una importante recarga de los acuíferos del sector norte del Valle de Lerma.

Se observó una compleja situación estructural típica de un ambiente compresivo, donde son frecuentes los fenómenos de remoción en masa como deslizamientos, reptación y hundimiento.

La cuenca presenta una considerable capacidad de erosión y arrastre debido a su relieve muy accidentado.

Existe una rica variedad de especies de flora, que se encuentra reducida significativamente en algu-

nos sectores debido a las actividades antrópicas como el cultivo, cría de animales, entre otros. La fauna es importante desde el punto de vista ecológico porque muchas especies son buenas diseminadoras y permiten la conservación de estos ambientes.

Los dos sectores diferenciados social y económicamente reflejan la heterogeneidad del ambiente.

Si bien existe cierto grado de preservación de la cuenca se hace necesario implementar planes y programas para el desarrollo sostenible y sustentable de la misma.

#### BIBLIOGRAFIA

Belmonte S. 2002.- Evaluación Multicriterio de las altas cuencas de los ríos Potreros, Arias y Vaqueros para establecer pautas de ordenación territorial. Tesis Profesional. Escuela de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 284 pp.

Bianchi A. 1996. Temperatura Medias Estimadas para la Región Noroeste de Argentina. INTA Centro Regional Salta-Jujuy. 20 pp.

Cabrera, A y A. Willink, 1980. Biogeografía de América Latina. 2ª edición corregida. Monografía 13. Serie Biología. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, USA. 65 pp.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Censo Nacional, 2001.

Gutierrez M. 1995. Estudio hidrogeológico de la cuenca del río Vaqueros- Dtos. Capital y La Caldera- Provincia de Salta). Tesis Profesional. Escuela de Geología. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 97 pp.

Mármol, L.A. 2008. Introducción al Manejo de cuencas hidrográficas y corrección de torrentes. Tomo 1. Facultad de Ciencias Naturales. Cátedra de Manejo de Cuencas. Universidad Nacional de Salta 300 pp.

Mosa, S. 1981. Descripción de los recursos naturales de la cuenca del río Vaqueros. Dto. La Caldera – Prov. de Salta. Seminario II. Licenciatura en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 78 pp.

Nadir, A. y T. Chafatinos 1990. Los Suelos del NOA (Salta y Jujuy) Tomo 1. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 86 pp.

Nadir, A. y T. Chafatinos 1990. Los Suelos del NOA (Salta y Jujuy) Tomo 2. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 124 pp.

Nadir, A. y T. Chafatinos 1995. Los Suelos del NOA (Salta y Jujuy) Tomo 3. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 248 pp.

## EL MANEJO FORESTAL DENTRO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE YUNGAS, ARGENTINA

### FOREST MANAGING INSIDE BIOSPHERE RESERVE IN YUNGAS, ARGENTINA

Godoy, J. C.; J. Tolaba, J. y A. E. Ortín<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El área de estudio se ubica en la Finca Abra Grande del Dpto. Orán en la Provincia de Salta, Argentina, dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera de las Yungas, precisamente en el área pedemontana donde se llevan a cabo actividades productivas importantes. Por ello cobra importancia la realización de un Plan de Manejo Forestal en 10.000 ha, que plantea como objetivo principal permitir ingresos económicos compitiendo con otros usos alternativos de la tierra, conservado la biodiversidad e incorporando mano de obra local. El mismo consistió en un inventario sistemático con parcelas de forma rectangular de 0,5 ha (alfa= 0.5 y error de 13%). En función del volumen comercial de las especies se determinó el Área Anual de Aprovechamiento (AAA) donde luego se realizó el Censo Operativo Anual. Esta superficie se calculó a través de la posibilidad por el método de control por volumen, en función del crecimiento de las especies. Se elaboró un mapa escala 1:2000 identificándose los árboles a aprovechar de acuerdo a su ubicación en cada picada, los árboles semilleros (20%), y las especies de interés ecológico.

**Palabras clave:** Manejo forestal, Reserva de la Biosfera, Inventario forestal, censo operativo, volumen comercial.

#### SUMMARY

The study area is located in the Property Abra Grande in the Orán Department at the Province of Salta (Argentina) within the damping zone of the Biosphere Reserve of the Yungas, more indeed in the pedemontana area where important productive activities are carried out. For that reason it is important to design a Forest Management Plan for the 10.000 ha. The principal aim is to provide an economic income, competing with other alternative earth uses, preserving biodiversity and incorporating local workforce. It consisted of a systematic inventory with rectangular plots of 0,5 ha (Alfa = 0.5 and an error of 13%). Based on the commercial volume of the species the Annual Area of Use (AAA), was determined where the Annual Operative Census was carried out. This surface was calculated through the possibility, using the method of volume control, based on species growth. A map was elaborated in scale 1:2000 identifying the trees to use according to its location in each bite, the seed plot trees (20%), and the species of ecological interest.

**Key words:** Forest management, Biosphere reserve, forest inventory, operative census, comercial volume.

<sup>1</sup> OIKOS Fundación para el Desarrollo Sustentable. Los Peteribies 579 – Salta, Argentina.  
oikosargentina@arnet.com.ar

## INTRODUCCIÓN

El principal desafío en el uso de los Recursos Naturales que enfrenta hoy la sociedad es el cambio de patrón de uso de los mismos, en particular los recursos forestales, procurando pasar desde una explotación destructiva, hacia un sistema de Manejo Sustentable. A pesar de que existe mucha información, la misma se encuentra dispersa o bien es divulgada como trabajos científicos (Luschners, W., 1984; Harris, L., 1984; Vries, P., 1986; Segura y otros, 1992; Araya y otros, 1995; Collazo, A., 1995; Espinoza, H., 1995; Quirós y otros, 1996; Mercado, O., 1997) y como es de esperar llega a un número limitado de personas (investigadores), con un bajo impacto en los sectores en los que se desea que exista un cambio de actitud. A esto se agrega la degradación y destrucción del bosque por el aprovechamiento mal planificado y sin control de productos forestales, excediendo, en muchos casos, su capacidad de regeneración. Este es el caso particular de la extracción de madera en los bosques subtropicales y bosques xerófilos en Argentina. Según Geldenhusys y de Viana (2000), es fundamental en la actualidad, ocuparse explícitamente de aquellas áreas en que los bosques están desapareciendo como resultado de la explotación de sus recursos naturales, que en el caso puntual de las Yungas.

En contraposición a la situación antes descrita, se plantea como alternativa de desarrollo, el concepto de «Producción Sostenible de maderas, que resulta en la aplicación de prácticas de manejo forestal que no reducirán irreversiblemente el potencial del bosque para producir madera comerciable, lo que implica que no debe haber pérdida irreversible del suelo, fertilidad del suelo o de potencial genético a la especie comerciable» (Poore, D., 1988). A esto se debe sumar la utilización de una variedad más amplia de productos forestales maderables y no maderables.

Los bosques, por su potencialidad forestal, medicinal, turismo y las funciones ecológicas que cumplen, están en la mira de muchos grupos de interés económico por lo que necesitan ser manejados de manera sostenible para evitar la degradación de estos ecosistemas (Martínez-Ramos, 1994). Es importante que el proceso de cambio hacia el nuevo objetivo de desarrollo sostenible, esté estrechamente ligada a la promoción de sectores relevantes que tienen influencia sobre el manejo forestal. En consecuencia, el objetivo general del trabajo fue evaluar las existencias maderables de la propiedad a fin de proponer un plan de manejo de los bosques orientado hacia el aprovechamiento sostenido, sin poner en riesgo su capacidad de regeneración manteniendo la biodiversidad y proporcionando productos maderables y no maderables, servicios ambientales, sociales y beneficios económicos, mayores que los que actualmente brindan la agricultura

tanto para las actuales como para las futuras generaciones.

### Área de estudio y metodología

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biósfera de las Yungas (RBYUN), que se localiza en el Noroeste de Argentina, provincias de Salta y Jujuy con una superficie de 1.600.000 ha, más precisamente, en la Finca denominada Abra Grande en el Departamento Orán, Provincia de Salta, a 14 km de la Ciudad de San Ramón de la Nueva Orán, a la cual se accede desde el cruce de la Ruta Nacional N° 50 y la Ruta Provincial N° 18.

Desde un punto de vista fitogeográfico el área de estudio se sitúa en el denominado Distrito de las Selvas de Transición (Cabrera, A., 1994) o también denominadas Selvas Pedemontanas (Brown y Grau, 1995), que constituye el piso altitudinal inferior o el sector más bajo de la Selva Tucumano –Boliviana. En el área de estudio se observa una transición hacia el bosque montano. El clima de la región es tropical serrano con estación seca, con marcada estacionalidad de las lluvias que se concentran en la época estival (Noviembre a Abril) oscilando entre los 500 a 700 mm anuales. Para la zona las temperaturas medias mensuales son de 27°C (Enero) y 14°C (Julio) (Bianchi, 1996).

En la zona se producen robos de madera y aprovechamientos ilegales debido a la cercanía con la ciudad de Orán y a la presencia de caminos que son transitables durante todo el año, incluso en la época estival. La superficie total de la finca es de 23.000 ha, donde en parte se cultiva soja y caña de azúcar. En las 10.000 ha donde se realizó el inventario, 2.700 ha son planas y aptas para la agricultura. No se pudo realizar una previa estratificación ya que no se encontraron diferencias a través del análisis de las imágenes LANDSAT utilizadas. No se cuenta con fotografías aéreas actualizadas de la zona. El muestreo utilizado fue sistemático, empleando unidades de muestreo (parcelas) de tamaño fijo. La distribución de las parcelas se realizó sobre 22 líneas base o madres. La cantidad mínima de parcelas para un muestreo representativo fue de 75, con un error de muestreo medido en porcentaje de 13 % (alfa = 0,05). Las picadas se realizaron con orientación Este - Oeste con distancia de 900 m entre puntos centrales de parcelas y entre picadas de 1200 m, basada en la metodología de Dauber (1995).

Las variables dasométricas consideradas fueron: especie, circunferencia a la altura de pecho (CAP) de todos los árboles mayores o iguales a 63 cm (Diámetro a la Altura del Pecho DAP  $\geq$  20 cm), altura de fuste en metros, altura total, clases de calidad, refiriéndose a la forma y al estado sanitario, excluyéndose en el inventario los árboles muertos y caídos.

Se estimó el Volumen mediante fórmula de Smalian, de acuerdo al diámetro mínimo de corta establecido por la Ley N° 5242/78 a través del Decreto N° 15742/60. Los mismos constituyen la información básica para el diseño y establecimiento de las unidades anuales de aprovechamiento.

Con el objeto de conocer el nivel de confiabilidad de los resultados obtenidos en el inventario forestal de reconocimiento se calculó el error de muestreo sobre los totales de los parámetros abundancia, área basal y volumen con un nivel de confianza de 95% y se expresó como porcentaje del promedio.

En función de la información del inventario forestal se determinó la posibilidad del bosque, que define la cantidad de productos que se pueden extraer anualmente sin afectar la perpetuidad del recurso, permitiéndose determinar las cortas anuales. Para el bosque en consideración se tomó un ciclo de corta de 25 años, teniendo en cuenta que las especies de rápido crecimiento pueden alcanzar valores de aproximadamente 0.8 cm y las de lento crecimiento 0.4 cm. Una vez determinada las áreas anuales de aprovechamiento (AAA) las mismas se administran mediante Planes Operativos Anuales (POAs), los cuales se basan en los objetivos de producción, expresados en función de las especies aprovechables, volumen aprovechable, construcción de caminos, instalación de infraestructura, etc.

La superficie de la AAA censada se dividió en 11 fajas o compartimientos contiguos cuyas superficies varían de 8 a 20 ha., siendo la superficie total censada de 184,5 ha. Se clasificaron las especies de acuerdo a su valor comercial en Muy Valiosas (MV), Valiosas (V) y aquellas especies que aún no poseen valor comercial se las clasificó Especies de Interés Ecológico (EIE).

Los árboles semilleros fueron marcados con una «S».

Las variables consideradas fueron: especie, CAP, altura de fuste, calidad, iluminación, lianas y Dirección de caída. Las variables registradas permitieron calcular el Área Basal y Volumen actual, según diámetro mínimo de corta por ley (DMC) y volumen comercial según el Diámetro mínimo de corta propuesto (DMCP); parámetros importantes a tener en cuenta para la toma de decisiones, obteniéndose como información secundaria características ecológicas del Bosque. Con los resultados de campo se elaboró un mapa escala 1:2000, Los árboles padres o semilleros se establecieron como el 20 % del total. En el caso del Cebil (*Anathenantha colubrina* Vell. Brenan var. *cebil*) no se dejaron semilleros debido a que la regeneración está garantizada por la abundancia del mismo. Esto permitirá dar oportunidades comparativas a las otras especies para su instalación.

## RESULTADOS

Los datos estadísticos generales obtenidos del Inventario se presentan en la Tabla N° 1.

Los valores obtenidos de volumen son relativamente altos considerando que se trata de una zona que presenta aprovechamientos con anterioridad. La especie con mayor contribución al volumen (Tabla N° 2) considerando el DMC establecido es el Cebil (*A. colubrina*), seguido del Urundel (*Astronium urundeuva* Allemão Engl), Palo amarillo (*Phyllostylon rhamnoides* J. Poiss. Taub), Palo blanco (*Calycophyllum multiflorum* Griseb.)

En cambio cuando se establecen diámetros de corta mayores se presenta siempre el Cebil (*A. colubrina*), Palo amarillo (*P. rhamnoides*), Palo blanco (*C. multiflorum*) y Urundel (*A. urundeuva*). Las especies mas valiosas Cedro (*Cedrella* sp.), Quina (*Myroxilom periviferum* L.f.), Tipa colorada (*Pterogyne nitens* Tul), Mara (*Lonchocarpus lilloi*) y Roble (*Amburana caerensis*. Allemão A.C. Sm) se encuentran en proporciones menores. Particularmente el Cedro (*C. sp*) al establecer un diámetro de corta menor reduce el volumen a un 20 % mostrando que se trata de individuos pequeños. A pesar de la quita en diámetro, los volúmenes por hectárea son importantes. Es significativo hacer notar que existen al menos 10 especies de importancia comercial en el sitio de trabajo.

Con relación a los resultados del Censo, se muestran las diferencias del número de individuos y el volumen en relación al DMC y DMCP (Tabla N° 3). El aumento en el Diámetro de corta significa una mayor cantidad de individuos que quedan para una próxima corta y además otros semilleros que se agregan a los dejados oportunamente.

Los valores de volumen comercial encontrados en el Inventario forestal (16,23 m<sup>3</sup>/ha) no varían significativamente con el resultado del Censo Operativo (14,6 m<sup>3</sup>/ha) por lo que se considera la selección del sitio como adecuado para iniciar el aprovechamiento.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

\* Los volúmenes que se recomiendan para el aprovechamiento son aquellos que tienen en cuenta el Diámetro de Corta propuesto (como prescripción silvicultural) a fin de asegurar la regeneración y la provisión de productos forestales en los próximos ciclos de corta.

\* Una de las recomendaciones más importantes es dejar 50 m a cada lado de los cursos de agua a fin de evitar problemas de erosión que puedan impactar en las áreas de cultivo.

\* Es necesario capacitar a las personas que realicen el aprovechamiento en la interpretación de

los mapas y demás aspectos del aprovechamiento de bajo impacto, a fin de minimizar los daños a las futuras cosechas.

\* Asimismo se recomienda realizar, previo al aprovechamiento, una corta de lianas a los árboles individualizados. Esta actividad se puede iniciar dos o tres meses antes del aprovechamiento para obtener buenos resultados.

\* Los volúmenes encontrados son importantes desde el punto de vista de su aprovechamiento en rollo. Sin embargo, y dado la certeza de un Plan de Manejo que garantiza la provisión de madera en los volúmenes estimados en las condiciones actuales, se recomienda iniciar un proceso de industrialización y en lo posible exportación de los productos.

\* Las cortas ilegales pueden provocar disminuciones en los volúmenes a aprovechar y de futura cosecha. Se recomienda establecer un sistema de control a fin de evitar los saqueos.

\* El contar con un Plan de Manejo Forestal debe ser aprovechado a fin de acrecentar la imagen de la empresa en el medio. Para ello se recomienda efectuar presentaciones públicas del mismo, contando con la presencia de autoridades en materia forestal, como así también autoridades políticas del área.

\* A fin de asegurar la provisión de madera en los plazos adecuados, se recomienda realizar el Censo Operativo de la próxima Área Anual de Aprovechamiento en el menor tiempo posible. Esto permitirá además planificar las actividades de la empresa.

\* Los conocimientos científicos utilizados para el presente Plan de Manejo Forestal, deben ser incrementados, a fin de establecer con mayor certeza los ciclos de corta. Para ello se recomienda iniciar un Plan de Monitoreo y de Investigación, que podrá ser cofinanciado con instituciones de investigación nacionales e internacionales.

\* Asimismo se recomienda realizar un monitoreo de costos y rendimientos, a fin de ajustar las técnicas de aprovechamiento.

\* Los volúmenes registrados en el Inventario ( $16.23\text{m}^3/\text{ha}$ ) no difieren de los del Censo Operativo ( $14.6\text{m}^3/\text{ha}$ ) por lo que se considera correcta la elección del sitio.

\* Los grandes volúmenes de Cebil (*A. colubrina*) en comparación con las otras especies, indican que se debe aprovechar en mayor medida esta especie para lograr diversificar más al bosque ya que es heliófila y se desarrolla muy bien en lugares perturbados actuando como pionera.

\* Si bien en esta finca se produjeron aprovechamientos en las décadas pasadas los volúmenes de madera comercial por hectárea son importantes, lo que indica la alta productividad de la selva pedemontana en esta región que hace posible el Manejo Forestal Sustentable a corto plazo.

\* Es importante tener en cuenta las especies que no son consideradas en la actualidad valiosas desde un punto de vista comercial para investigar posibles futuros usos, como así también el uso no maderero de las mismas.

## BIBLIOGRAFÍA

Araya, P; R. Diaz y L.F. Fernández. 1995. El Desarrollo Sostenible un desafío a la política económica agroalimentaria. Departamento Ecuménico de Investigaciones, San José, Costa Rica. 243 pp.

Bianchi, A. R. 1996. Temperaturas medias estimadas para la región del noroeste de Argentina. Secretaría de agricultura, pesca y alimentación de la nación. INTA. Centro regional Salta-Jujuy. Estación experimental agropecuaria Salta. 14 pp.

Bianchi, A. R. y L. Yañez, 1992. Las precipitaciones en el Noroeste Argentino. INTA, Estación Experimental Agropecuaria, Cerrillos, Salta, Argentina. 383 pp.

Brown, A. D. y H. R. Grau. 1993. Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas Subtropicales de Montaña. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán. Horco Molle, Tucumán, Argentina. 270 pp.

Cabrera, A. L. 1994. Regiones Fitogeográficas de la Argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1. Tomo II. Ed. ACME SACI. 237 pp.

Collazo, A. M. 1995. Ordenación de Montes Arbolados. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ICONA. Colección Técnica. 375 pp.

Dauber, E. 1995. Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Documento técnico. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz. Bolivia. 84 pp.

Espinoza, H. R. 1995. Caminos Forestales: Planificación y Trazado. Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. Turrialba – Costa Rica. 25 pp.

Geldenhuis, C. y M. De Viana. 2000. Ecología y manejo de bosques. Informes técnicos del INEAH N° 1. Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta. Argentina. 85 pp.

Harris, L.D. 1984. The Fragmented Forest. Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity. The University of Chicago Press. 211 pp.

Luschner, W. A. 1984. Forest Management. School of Forestry and Wildlife Resources. Virginia Polytechnic Institute and State University. 298 pp.

Martínez, R. M. 1994. Regeneración natural de especies arbóreas en selvas húmedas. Boletín de la Sociedad Botánica en México. 224 pp

Mercado, O. C. 1997. Análisis del Impacto de un Aprovechamiento Forestal en el Bosque Seco Subtropical de Lomerío, Santa Cruz, Bolivia. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia. 68 pp.

Nadir, A y T. Chafatinos. 1990. Los Suelos del N.O.A. (Salta y Jujuy). Tomo I. Salta, Argentina. 86 pp.

Poore, D. 1989. No Timber without Trees. Sustainability un the Tropical Forest. London, U.K Herat Publication Ltd. 251pp.

Quirós, L; L. Orozco y H. Jiménez. 1996. Bibliografía anotada sobre ecología, silvicultura y manejo de bosques naturales tropicales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Unidad de Bosques Naturales. Turrialba, Costa Rica. 263 pp.

Segura, O. 1992. Desarrollo Sostenible y Políticas Económicas en América Latina. Departamento Ecueménico de Investigaciones, San José, Costa Rica. 312 pp.

Vries, P. G. 1986. Sampling theory for Forest Inventory. A Teach-Yourself Course. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York. 399 pp.

	<b>Abundancia (Nº de árboles/ha)</b>	<b>AB (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>VOL (m<sup>3</sup>/ha)</b>
<b>Desviación Standard</b>	5,14	0,55	2,18
<b>Media</b>	100,59	10,54	41,52
<b>Coef. de Varianza</b>	4,12	4,01	3,90
<b>Error Standard</b>	0,59	0,06	0,25
<b>Error de Muestreo</b>	0,53	0,17	0,34
<b>% de error de muestreo</b>	0,53	1,62	0,82
<b>Limites de confianza 1</b>	100,06	10,37	41,18
<b>Limites de confianza 2</b>	101,11	10,71	41,86

Tabla Nº 1. Datos estadísticos del inventario de reconocimiento sistemático.

Especie	Nombre común	Clasificación según importancia	AB (m <sup>2</sup> /ha)	DMC Prop.	Vol. Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	Vol. Actual (m <sup>3</sup> /ha)
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan var. <i>Cebil</i> (Griseb.) Altschul	Cebil	V	0.933	50	4.543	14.910
<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (J. Poiss.) Taub.	Palo amarillo	V	0.855	40	3.191	5.324
<i>Calycophyllum multiflorum</i> Griseb.	Palo blanco	V	0.516	40	2.503	3.731
<i>Astronium urundeuva</i> (Allemão) Engl.	Urundel	V	0.340	50	1.276	6.514
<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engl.	Quebracho colorado	V	0.079	40	0.814	0.525
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Tipa blanca	V	0.139	45	0.755	1.565
<b>Cedrela sp</b>	Cedro	MV	0.127	50	0.563	2.178
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Lanza blanca	V	0.094	35	0.449	1.179
<i>Tabebuia avellaneda</i> Lorentz ex Griseb.	Lapacho rosado	V	0.061	50	0.319	0.282
<b>Myroxylon peruiferum</b> L.f.	Quina colorada	MV	0.076	50	0.317	0.992
<i>Schinopsis balansae</i> Engl.	Horco Quebracho	V	0.094	40	0.299	0.493
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	Afata	V	0.051	50	0.297	2.656
<i>Ocotea puberula</i> (Rich) Nees.	Laurel blanco	EIE	0.061	45	0.191	3.004
<i>Parapiptadenia excelsa</i> (Griseb.) Burkart.	Horco cebil	V	0.067	40	0.189	1.578
<i>Tabebuia lapacho</i> (K. Schum.) Sandwith.	Lapacho amarillo	V	0.032	50	0.171	1.143
<b>Pterogyne nitens</b> Tul.	Tipa colorada	MV	0.019	50	0.101	0.551
<i>Terminalia triflora</i> (Griseb.) Lillo	Lanza amarilla	EIE	0.018	35	0.073	0.239
<b>Caesalpinia paraguariensis</b> (D. Parodi) Burkart.	Guayacán	V	0.020	40	0.073	0.089
<i>Loxopterygium grisebachii</i> Griseb.	Mara	MV	0.007	50	0.045	0.079
<b>Amburana cearensis</b> (Allemão) A.C. Sm.	Roble	MV	0.033	70	0.039	0.481
<b>Maclura tinctoria</b> (L.) Steud. subsp. <i>tinctoria</i> .	Mora	V	0.006	50	0.021	0.140
	<b>TOTAL</b>		<b>3.682</b>		<b>16.23</b>	<b>47.763</b>

Tabla N° 2. Especies (MV=muy valiosas; V= valiosas; EIE= especies de interés ecológico); Área basal (AB), Diámetro Mínimo de Corta Propuesto (DMCP), Volumen Comercial y Volumen Actual de las Especies existentes de Finca Abra Grande de acuerdo al Inventario Forestal.



<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>DATOS</b>	<b>DMC LEY</b>	<b>DMCP</b>	<b>DIFERENCIA</b>
Afata <b>C. trichotoma</b>	NUMERO	555	63	492
	VOLUMEN	335	96	239
Cebil colorado <b>A.colubrina</b>	NUMERO	3.944	2.288	1.656
	VOLUMEN	2.874	2.215	659
Cedro <b>C. sp.</b>	NUMERO	246	43	203
	VOLUMEN	128	43	85
Horco cebil <b>P. excelsa</b>	NUMERO	16	6	10
	VOLUMEN	7	4	4
Lanza blanca <b>C. marginatum</b>	NUMERO	20	12	8
	VOLUMEN	12	8	3
Lapacho amarillo <b>T. lapacho</b>	NUMERO	21	5	16
	VOLUMEN	16	7	8
Lapacho rosado <b>T. avellanadae</b>	NUMERO	31	5	26
	VOLUMEN	26	7	18
Laurel <b>O. puberula</b>	NUMERO	379	90	289
	VOLUMEN	180	76	103
Palo amarillo <b>P. rhamnoides</b>	NUMERO	72	43	29
	VOLUMEN	48	35	13
Palo blanco <b>C. multiflorum</b>	NUMERO	155	52	103
	VOLUMEN	89	46	43
Quina colorada <b>M. peruiferum</b>	NUMERO	21	4	17
	VOLUMEN	14	5	8
Tipa colorada <b>P. nitens</b>	NUMERO	53	19	34
	VOLUMEN	35	20	15
Urundel <b>A. urundeuva</b>	NUMERO	133	71	62
	VOLUMEN	170	139	32
<b>VOLUMEN TOTAL</b>		<b>3.932</b>	<b>2.701</b>	<b>1.231,20</b>

Tabla Nº 3. Número de individuos y volúmenes totales de acuerdo al Diámetro mínimo de corta por Ley, Propuesto y la diferencia entre estos para el Censo Operativo



## EXPERIENCIAS DE RESCATE Y APLICACIÓN DE TINTURAS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE LOS TOLDOS

### EXPERIENCES OF RESCUE AND APPLICATION OF NATURAL DYES IN THE MUNICIPALITY OF LOS TOLDOS

Vacaflor, P. E.; J. C. Godoy y A. E. Ortín<sup>1</sup>

#### RESUMEN

Entre las mujeres de Los Toldos existe una gran tradición de artesanías de tejidos, realizados principalmente con lana de oveja, las cuales son comercializadas localmente y se van incorporando de a poco en el mercado provincial.

En el año 2004 se dió inicio a dos proyectos con grupos de mujeres que realizan tejido artesanal, financiado por el Programa Social Agropecuario y ejecutado por la Fundación Oikos. El objetivo fue rescatar y aplicar tinturas naturales de las especies vegetales nativas a las lanas con el fin de aumentar la calidad de los tejidos y las prendas. En este trabajo se pretende recuperar el conocimiento generado en esos proyectos no sólo de las especies vegetales utilizadas, sino también de los procesos y colores obtenidos.

Para ello se realizó la recolección bibliográfica de las especies vegetales de la zona con propiedades tintóreas y además recorridos con las mujeres para el reconocimiento de éstas en campo.

Se probaron como tintóreas naturales, 36 especies vegetales que corresponden a 23 familias, entre nativas y exóticas. Las familias más utilizadas son las Bignonáceae, Fabaceae, Myrtaceae y Rosaceae. Las partes utilizadas corresponden por lo general a hojas, ramas, corteza, flores verdes, flores maduras, cáscaras de frutas, aserrín y semillas.

Los colores obtenidos varían de los verdes, rojizos, pardos, amarillos, morados, rojos, rosados a negro y los tonos que se obtuvieron son por lo general pasteles.

**Palabras clave:** Los Toldos - artesanías - tinturas naturales

#### SUMMARY

Among the women of Los Toldos exists a great tradition of fabric handicrafts, principally made with sheep wool, which are commercialized locally and incorporate little by little to the provincial market.

In the year 2004 two projects were initiated with groups of women who realize fabric handicrafts financed by the Social Agricultural Program and executed by Oikos Foundation. The aim was to rescue and to apply natural dyes of vegetable native species to the wools in order to increase the quality of the fabrics and the garments. This work tries to recover the knowledge generated in these projects not only from the vegetable species used, but also from the processes and obtained colors.

To do this a bibliographical compilation of the vegetable species of the zone with dyeing properties was realized and later tours with the women for the recognition of them in field.

<sup>1</sup> OiKOS – Fundación para el Desarrollo Sustentable. Los Peteribies 579. 4400 Salta. [oikosargentina@arnet.com.ar](mailto:oikosargentina@arnet.com.ar)

Thirty six species that correspond to twenty-three families were tested like native dyes, between native and exotic. The most used families are the Bignoniaceae, Fabaceae, Myrtaceae and Rosaceae. The used parts correspond in general to leaves, branches, bark, green flowers, mature flowers, rinds of fruits, sawdust and seeds.

The obtained colors vary from green, reddish, dun, yellow, purple, red, pink to black and the tones that are obtained in general pastels.

**Key words:** Los Toldos - handicrafts - natural dyes

## INTRODUCCIÓN

El municipio de Los Toldos pertenece al departamento de Santa Victoria Este, que se halla ubicado al Noroeste de la provincia de Salta. La totalidad de municipio se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de las Yungas, a unos 30 km del Parque Nacional Baritú con acceso sólo por rutas bolivianas. Es una zona alejada de centros urbanos aislada económica y socialmente. Sin embargo el aislamiento ha conservado tradiciones y ambientes que hoy se reconocen como de gran interés turístico.

Allí rodeados de un paisaje único, en pleno bosque de transición, se hallan alrededor de 2500 habitantes, cuyas familias de pequeños productores se dedican a la agricultura y a la ganadería para el autoconsumo. Realizan cultivos estacionales como papa y maíz, con frecuentes migraciones a pisos altitudinales más bajos donde pueden realizar cosechas en invierno. Dentro de la actividad ganadera realizan cría de bovinos, caprinos, ovinos y en menor importancia, porcinos y aves de corral. En los tres primeros casos la cría se realiza a monte abierto sin manejo y con bajos rendimientos. La cría de ovinos y caprinos se realiza cerca al predio donde habitan, ocasionándose sobrepastoreo en las áreas cercanas a la vivienda (CFI, 2002).

Como es característico en un sistema de subsistencia, cuenta con un capital muy importante que es la mano de obra familiar, en donde se hallan involucrados niños, ancianos y mujeres. Estas últimas son muy importantes en la administración de la «empresa familiar» sobre todo porque se encargan de ver cuanto y cuáles de los productos serán destinados para el autoconsumo y cuáles para la venta, en caso de existir excedentes.

Posee un alto índice inmigratorio especialmente entre los varones; las mujeres son las que predominan en su dedicación hacia la producción artesanal siendo la más importante la del tejido artesanal (Reboratti, C., 1998).

Esta tarea, consistente en la elaboración y venta de artesanías, realizado principalmente por las mujeres, es la que les genera importantes ingresos extraprediales.

La cultura de los Toldos posee una antigua tradición en la actividad textil que se remonta desde el año 1900, sobre todo la hilandería y la tejeduría. En las fotos N° 1, 2 y 3, se presenta el trabajo artesanal del hilado, que representa las características del arte ancestral. En la actualidad las artesanas tejedoras continúan utilizando los hereditarios conocimientos del hilado de lana de oveja, el teñido con tintes naturales y el tejido a mano. Las herramientas que utilizan en todas las etapas productivas pertenecen también al mismo bagaje cultural de la zona (Montero y Massé, 2004).



Fotos Nº 1, 2 y 3: Trabajo artesanal de hilado y tejido con hiladoras del paraje La Misión.

Muchas de las mujeres toldeñas aprenden desde muy pequeñas el oficio del tejido artesanal, cuyas piezas más reconocidas son las alforjas y alfombras de vivos colores.

En el año 2004 se dio inicio a dos proyectos con grupos de mujeres que realizan tejidos artesanales para la venta, financiado por el Programa Social Agropecuario, con el fin de mejorar las artesanías a través de tinturas naturales. El presente trabajo rescata el conocimiento generado en esos proyectos relacionados con las tinturas naturales con especies vegetales

aplicadas en las artesanías de lanas y exponer la experiencia de las artesanas del municipio de Los Toldos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó con 24 artesanas tejedoras de los parajes La Misión y Los Toldos (Latitud 22° 23'60.00"S; Longitud 64° 43'0.00"O). Estos parajes se encuentran dentro de las Yungas, y al presentar variaciones altitudinales, presentan un continuum entre la

selva de transición y la selva montana, siguiendo la clasificación de Cabrera, A.L. (1976).

En primer lugar, se realizó la revisión bibliográfica de las especies de la zona con propiedades tintóreas utilizando el Index de Marzocca, A. (1993).

En segundo lugar con las mujeres se realizaron tres salidas a campo a fin de identificar las especies vegetales. Esta actividad se realizó en la época de primavera con el propósito de coleccionar plantas con flores y en lo posible, con frutos.

Finalmente, las especies recolectadas se herborizaron y se identificaron para contar con la información sistemática de las especies. Esta tarea se desarrolló en dos años consecutivos y paralelamente se realizaron experiencias de teñido en cada zona.

Se probaron para el teñido todas las especies reconocidas en campo e identificadas que figuran en la

Tabla N° 1 y se aplicaron diferentes técnicas artesanales de tinción y se utilizaron diferentes fijadores.

## RESULTADOS

En la experiencia se probaron 36 especies de plantas que corresponden a 23 familias. Las familias más utilizadas son *Fabaceae*, *Bignoniaceae*, *Rosaceae*, *Myrtaceae* y *Lauraceae* concentrando estas familias el 45 % de las plantas utilizadas (Figura N° 1). Entre ellas encontramos especies nativas y exóticas.

De las 36 especies, 6 corresponden a especies exóticas, de las 30 restantes, 24 corresponden a especies arbóreas. Se presentan en la Tabla N° 1, las especies utilizadas, con nombre científico y común; familia; las partes utilizadas y los colores obtenidos.

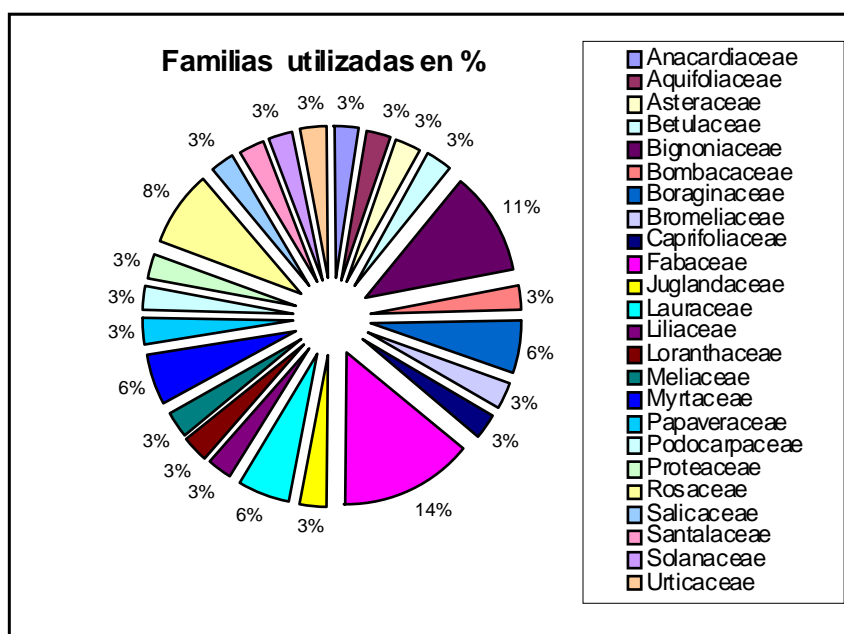


Figura N° 1: Familias de especies tintóreas aplicadas en la experiencia

En la experiencia se usaron hojas, ramas, corteza, flores verdes, flores maduras, cáscaras de frutas y semillas.

Una de las técnicas más utilizadas es la maceración de hojas, tallos y/o flores por un lapso de 24 h. Posteriormente se realiza la cocción de las mismas durante 3 a 5 h a fin de extraer las tinturas vegetales. Pasado este proceso y fuera del fuego se introducen las madejas de hilo a ser teñidas y se dejan reposar durante 24 h, moviéndolas con cierta frecuencia para lograr una tinción homogénea. Para fijar el color obtenido se utilizan durante el proceso de tinción fijadores,

como sales (sulfato de cobre, sal de cocina), jugos de cítricos (limón, naranja), vinagres (vino, manzana, alcohol) o cenizas. En las experiencias el fijador más utilizado fue el sulfato de cobre y la sal de cocina.

Posteriormente, las madejas de hilo se lavan con agua fría en repetidas oportunidades a fin de extraer el exceso de tinte, hasta que el agua queda limpia. Luego se escurren y se dejan secar a la sombra para ser utilizadas en las confecciones de las prendas.

Los colores obtenidos varían entre verdes, rojizos, pardos, amarillos, morados, rojos, rosados, grises, etc. Los tonos son en general pasteles. Los colo-

res más comunes son los verdes y los rosados. En las Fotos N° 4, 5 y 6 se observan los colores obtenidos y utilizados en las artesanías tradicionales por las artesanas de Los Toldos.



Fotos N° 4, 5 y 6: Algunos de los colores obtenidos durante las experiencias de tinción con artesanas del paraje La Misión y Los Toldos.

Sobresalen por los colores obtenidos, el amarillo del arbol lillo, el verde de la yerba mate, el rosado de la cebolla colorada y los morado-azules-grises del sauco, estos son los más utilizados por las mujeres en sus combinaciones.

### CONCLUSIONES

Esta experiencia logró introducir especies vegetales con propiedades tintóreas que antes no se utilizaban, permitiendo aumentar la lista de colores obtenidos y utilizados por parte de las artesanas de Los Toldos.

De la lista obtenida de especies con propiedades tintóreas, el 28% se corresponde con el listado de las Etnoespecies tintóreas usadas en las Yungas septentrionales (Brown y Malizia, 2007). Estas son aplicadas en variadas combinaciones, donde se muestran además los valores culturales de la zona.

Las artesanas han experimentado la obtención de nuevos colores especialmente en la gama de los verdes y los amarillos y continúan en la búsqueda de colores para sus prendas, especialmente de colores llamativos vivos, como rojos, rosados, azules y violetas.

Esta ha sido una experiencia enriquecedora además porque ha despertado en las artesanas la inquietud por descubrir cada vez nuevas alternativas para la tinción con productos al alcance de sus manos, que no involucran costos monetarios y les permite además valorar los recursos naturales que poseen.

Hoy, la aplicación de nuevos colores en sus prendas artesanales ha mejorado el valor agregado de sus prendas y ha logrado un reconocimiento a nivel local.

Poco a poco se fortalece la confianza de las artesanas, enaltece los entusiasmos y la autoestima

de las mujeres, donde cada vez es mayor el tiempo que dedican a esta actividad que representa un ingreso monetario importante, a la vez que se adapta a las técnicas de producción de la zona y valoriza el trabajo creativo.

### BIBLIOGRAFÍA

Brown, A. y Malizia, L. 2007. Finca San Andrés. Un espacio de cambios ambientales y sociales en el Alto Bermejo. Ediciones del Subtrópico. Fundación Proyungas. Yerba Buena., Tucumán. 172 pp.

Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1. Tomo II. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires- Argentina. 237 pp.

CFI. 2002. Plan estratégico del municipio de Los Toldos. Provincia de Salta. República Argentina. 145 pp.

Marzocca, A. 1993. Index de Plantas Colorantes Tintóreas y Curtientes. Manual de las especies de Argentina. Serie de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria N° 9. Buenos Aires. 326 pp.

Montero, R. G. y G. Massé. 2004. Evolución demográfica de Los Toldos (Bolivia - siglos XVI a 1938 - y Argentina - 1938 en adelante). Resumen presentado en el Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población. Caxambu, Brasil. 16 pp.

Reboratti, C. 1998. Sociedad, ambiente y desarrollo regional en la Alta Cuenca del Río Bermejo. Instituto de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. UBA. Buenos Aires. 139 pp.



NOMBRE LOCAL	NOMBRE CIENTIFICO	FAMILIA	PARTES UTILIZADAS	COLORES OBTENIDOS
Afata		Boraginaceae	Hojas, ramas	verdes
Aliso del cerro	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	Corteza	
Árbol lillo	<i>Bocconia integrifolia</i> Humb. & Bonpl.	Papaveraceae	Hojas	amarillo
Barba del diablo	<i>Tillandsia usneoides</i> (L.)	Bromeliaceae	Hojas	verdes
Camaval	<i>Senna spectabilis</i> (DC) H.S. Irwin @Barneby	Fabaceae	Hojas y flores verdes	amarillos
Cebolla morada	<i>Allium</i> spp.	Liliaceae	Hojas externas	morado, naranja
Cedro salteño	<i>Cedrela balanceae</i> * Del Castillo	Meliaceae	Hojas, ramas	rojos
Cirueta	<i>Prunus domestica</i> L.	Rosaceae	Cáscara de frutas	rosado
Durazno	<i>Prunus persica</i> L.	Rosaceae	Cáscara de frutas	naranja
Eucalipto		Myrtaceae	Corteza y hojas	amarillo, verde beige café anaranjados
Horco molle	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	Myrtaceae	Hojas, ramas	verdes
Lapacho amarillo	<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.)	Bignoniaceae	Corteza, hojas	amarillo
Lapacho rosado o colorado	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. Ex DC) Standl.	Bignoniaceae	Corteza y hojas, aserrín de madera	amarillo, rosado, anaranjado, gris, pardo claro o café y pardo oscuro
Laurel del cerro o negro	<i>Cinnamomum porphyrium</i> (Griseb.) Kosterm.	Lauraceae	Frutos, corteza aserrín	violeta oscuro
Liga	<i>Ligaria cuneifolia</i> (Ruiz & Pav.) Tiegh.	Loranthaceae	Flores	rosado
Nogal criollo o salteño, cimarrón	<i>Juglans australis</i> Griseb.	Juglandaceae	Corteza	café, amarillos
Ortiga brava	<i>Urtica baccifera</i> (L.) Gaudich.	Urticaceae	Hojas, ramas	verdes
Pacara, oreja de negro, timbó	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Moroni	Fabaceae	Frutos , madera, corteza	negro
Palo borracho o yuchan, algodonero, palo botella	<i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P.E. Gibas @Semir	Bombacaceae	Hojas, ramas	verdes
Palta	<i>Persea americana</i> Mill	Lauraceae	Semillas	marrón claro

Tabla N° 1: Listado de las especies vegetales tintóreas utilizadas en la experiencia

Palta	<i>Persea americana Mill</i>	Lauraceae	Semillas	marrón claro
Pino del cerro	<i>Podocarpus parlatorei Pilg.</i>	Podocarpaceae	Corteza	pardo verdoso, amarillentos
Sacha pera	<i>Acanthosyris falcata Griseb.</i>	Santalaceae	Hojas, ramas, flores	verdes
Sauce	<i>Salix humboldtiana Willd.</i>	Salicaceae	Corteza	café claro y oscuro, amarillo
Sauco o mololo	<i>Sambucus nigra L. Subs. Peruviana (Kunth) R. Bolfi</i>	Caprifoliaceae	Frutos	morados-azules- grises
Seibo jujeño	<i>Erythrina falcata Benth</i>	Fabaceae	Corteza	rojo
Tabaquillo	<i>Solanum riparium Pers.</i>	Solanaceae	Hojas, ramas	verdes-amarillos
Tarco o jacaranda, palo mármol	<i>Jacaranda mimosifolia D. Don</i>	Bigoniaceae	Corteza	amarillo
Tecoma	<i>Tecoma stans (L.) Juss.</i>	Bigoniaceae	Flor, ramas y hojas	verdes-amarillos
Tipa blanca, palo mortero	<i>Tipuana tipu (Benth.) Kuntze</i>	Fabaceae	Corteza, madera	rojo sangre- marrón claro
Tipa colorada	<i>Pterogyne nitens Tul.</i>	Fabaceae	Corteza	Rojo
Trementina o champita, chilca dulce, suncho, chilca mata ojo	<i>Baccharis spp DC.</i>	Asteraceae	Hojas, ramas	verde,
Urundel	<i>Astronium urundeuva (Allemão) Engl.</i>	Anacardiaceae	Hojas, ramas, corteza	verdes
Yerba mate	<i>Ilex paraguayensis A. St. Hill</i>	Aquifoliaceae	Hojas	verdes
Yoruma blanca	<i>Raphanea spp</i>	Boraginaceae	Corteza y hojas	verdes-amarillos
Yoruma colorada	<i>Roupala meisneri Sleumer</i>	Proteaceae	Corteza y hojas	negro
Zarza mora, zarza	<i>Rubus L.</i>	Rosaceae	Hojas frescas	amarillo

## DIAGNOSTICO AMBIENTAL Y RECOMENDACIONES PARA LA ORDENACION TERRITORIAL DE LA CUENCA DEL RIO VAQUEROS (SALTA-ARGENTINA)

### ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS AND RECOMMENDATIONS FOR LAND USE PLANNING OF VAQUEROS RIVER BASIN (SALTA-ARGENTINA)

Villanueva N.C., L.J. Barboza, S.A. Castrillo, M. Loayza, V..Vázquez, C. Venencia y S.E. Ferreira<sup>1</sup>

#### RESUMEN

La cuenca del río Vaqueros tiene una superficie 132.5 km<sup>2</sup>. Ocupa hacia el oeste, el sector septentrional del Cordón de Lesser y hacia el este, parte de la Sierra de Vaqueros, donde se evidencian procesos de remoción en masa. Los ríos Lesser y Castellanos presentan una alta velocidad de escurrimiento, alta capacidad de erosión y de arrastre de materiales que contribuyen a la elevación del nivel de base. Las obras de contención son insuficientes y están mal distribuidas por lo que las inundaciones son frecuentes.

Desde el punto de vista social se evidencia una falta de integración del territorio. La actividad primaria es de subsistencia debido a problemas de tenencia de tierras. Gran parte de la cuenca carece de infraestructura y servicios que respondan a las necesidades básicas de la población. Así mismo se constituye en un ámbito ideal para la actividad recreativa y turística. Las principales problemáticas detectadas son: asentamientos en zonas críticas de la cuenca; elevación del nivel de base; fenómenos de remoción en masa; basurales en las márgenes del río principal; sobrepastoreo y ausencia de estaciones de aforo y meteorológicas, que permitan tomar registros para la toma de decisiones.

**Palabras clave:** ordenación territorial, cuenca del río Vaqueros, diagnóstico

#### SUMMARY

Vaqueros River Basin has an area of 132.5km<sup>2</sup>. It occupies the north sector of the Lesser Cord and the east of the Vaqueros mountain range, where the landslide processes are evidenced. Lesser and Castellanos rivers have a high rate water run off, high erosion capacity and highcapacity of drag material which contribute to the raising of the base level. The restrain work are insufficient and badly distributed. This makes flooding a frequent problem.

From a Social point of view there is an evident lack of integration of the territory. The primary activity is survival due to the problems of land possession. A big part of the basin lacks of infrastructure and services that meet the basic needs of the population. Because of this, the area is an ideal field for recreational activities and tourism. The main encountered problems are: settlement in critical areas of the basin, landslide phenomena; garbage on the banks of the main river, overgrazing and lack of gauging and meteorological stations which allow registers for decision making.

**Key words:** territorial arrangement, river basin, diagnostic

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Cátedra Gestión Ambiental y Ordenación Territorial. CIUNSa. Avda. Bolivia 5150 (4400) Salta, Argentina.  
ferreira@natura.unsa.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Vaqueros tiene una superficie de 132.5 km<sup>2</sup> perteneciendo a las cuencas de los ríos Mojotoro y Bermejo. Ocupa hacia el oeste, el sector septentrional del Cordón de Lesser y parte de la Sierra de Vaqueros hacia el este. Las altitudes decrecen de norte a sur, siendo las alturas máximas el Cerro Las Chuzas de 3550 msm y Cerro Alto del Bramadero (3300 msm). Se reconocen en el área un relieve accidentado con pendientes pronunciadas y relieves aluvionales que se dividen en conos. El río principal, el Vaqueros, se forma por la unión de los ríos Lesser y Castellanos.

Se plantea como objetivo principal realizar el *diagnóstico ambiental* del área y *formular recomendaciones* que permitan definir en un futuro alternativas integrales de manejo para ser incluidas en planes de ordenamiento teniendo en cuenta las capacidades intrínsecas de la cuenca en estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con la metodología propuesta por Méndez Vergara, E. (1990), para la elaboración de la línea de base ambiental, y en base a la misma, se realizó el Diagnóstico Ambiental de la cuenca del río Vaqueros. Para ello, se tuvo en cuenta la información provista por la primera parte de este estudio sobre relieve, clima, geología, geomorfología, suelos, recursos hídricos, uso del suelo, vegetación, aspectos sociales e infraestructura territorial. Se utilizó la metodología mencionada por Mármol, L. A. (2008), para caracterizar a la cuenca. Se detectaron las problemáticas, jerarquizándolas en función de su rápido tratamiento. Posteriormente se recomiendan acciones para solucionar contingencias, y pautas para un aprovechamiento más eficiente del territorio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diagnóstico Ambiental

A partir del análisis de las condiciones naturales se identificó que el flanco oriental del Cordón de Lesser presenta numerosas quebradas que lo disectan profundamente, con arroyos de cauces estrechos, de alta capacidad de erosión y transporte. La Sierra de Vaqueros, formada por rocas terciarias, presenta numerosos cursos, cuya disposición evidencia el marcado control topográfico existente, y laderas escarpadas con cicatrices de los procesos de remoción en masa (deslizamientos de detritos, reptación, hundimientos). Las Lomas de Medeiros, ubicadas hacia el este, son relictos del gran cono aluvial del río Wierna, vinculados al tiempo geológico pasado. En cuanto a la

geomorfología se reconocen conos aluviales en la Sierra y terrazas fluviales, altas y bajas en ambos márgenes del río Lesser y terrazas bajas en el río Vaqueros. Estas últimas geoformas pueden diferenciarse en funcionales, dentro del lecho mayor de los ríos y sujetas a modificaciones por la divagación de los mismos, y en infuncionales, que limitan al lecho mayor y que se encuentran fuera de la planicie de inundación, cubiertas por suelos incipientes (Gutiérrez, M. 1995).

Debido a la pendiente elevada (33%) y a la forma oval redonda de la cuenca los ríos presentan una alta velocidad de escurrimiento, alta capacidad de erosión y de arrastre de materiales. Como los ríos son torrenciales, con altos caudales de escurrimiento superficial concentrados en la época estival, transportan un elevado volumen de sedimentos desde la alta cuenca. Este es el caso de los ríos Lesser y Castellanos, que contribuyen con la elevación del nivel de base y que trae como consecuencia el desborde de los cauces y la inundación de los asentamientos que se encuentran en las riberas, producto de la ausencia de planificación urbana, riesgo que se repite en cada temporada.

Aunque existen obras de contención para el río principal, éstas son insuficientes, se encuentran mal distribuidas y la mayoría carece de mantenimiento regular. A pesar de la importante cantidad de material sólido depositado no se lleva a cabo su explotación y la poca actividad registrada se efectúa sin respetar la normativa vigente, por lo que los riesgos de inundación son mayores.

Dado que el agua del río Vaqueros se infiltra paulatinamente en un tramo, este volumen infiltrado constituye una importante recarga de los acuíferos, que actualmente no se está aprovechando para la provisión de agua potable. Debido a la presencia de basurales existe riesgo de contaminación de los mismos. La ausencia de estaciones de aforo y meteorológicas dificultan la planificación del uso eficiente de los recursos hídricos.

Una problemática común en toda el área de estudio es la existencia de basurales de distintas dimensiones. Puntualmente la margen derecha del río Vaqueros, colindante con la ruta provincial N° 28, en el tramo comprendido entre la intersección de la misma con la ruta nacional N° 9 y con la ruta provincial N° 115, es utilizada como un basural a cielo abierto, con numerosos ingresos comunitarios y vehiculares, constituyéndose en un importante foco infeccioso y generador de malos olores, ya que es posible percibirlos al transitar dicha ruta.

Mosa, S. (1981), reconoció 7 comunidades, de las cuales las unidades boscosas y de pastizales en la zona alta están perturbadas por el sobrepastoreo y la extracción forestal y de leña. Esta última constituye el

principal recurso energético, sobretodo de ese sector, debido fundamentalmente por sus limitaciones de acceso a otros recursos.

Se han detectado áreas en las que se realiza extracción de mantillo, actividad común de sus pobladores, lo que junto con las otras prácticas modifican el proceso de infiltración de agua en el suelo.

### Diagnóstico Socioeconómico

Se evidencia una falta de integración del territorio. En la parte alta de la cuenca el patrón de asentamiento humano es disgregado, cuentan con una única escuela en Lesser y agentes sanitarios para la atención pública de la salud. El potencial productivo en el sector primario son la agricultura y ganadería, en su mayoría de subsistencia, y silvicultura a pequeña escala. En algunos sectores los productos son intercambiados entre pobladores (trueque) (Belmonte, S. 2002).

Las dimensiones de explotación son reducidas debido a los problemas de tenencia de la tierra y falta de recursos económicos. El sistema de pastoreo continuo y la sobrecarga animal constituyen una problemática ambiental que se evidencia por erosión en «pie de ganado» y compactación de suelos.

La zona baja, de conos aluviales es el escenario de las principales actividades humanas del área y la que cuenta con mayores servicios e infraestructura, ya que se encuentra próxima al municipio de Vaqueros y a la ciudad de Salta.

Existe acumulación de residuos y alto riesgo de anegabilidad debido a que la vía principal de comunicación actúa como canal de conducción de los excesos de agua de lluvia en dirección este-oeste.

Gran parte de la cuenca carece de infraestructura y servicios que respondan a las necesidades básicas de la población. Según el indicador de NBI calculado por López, E. (2006), el 95% tiene energía eléctrica, el 96% tiene agua potable, el 4% posee gas natural, el 71% utiliza pozo ciego. También se detectó condiciones de hacinamiento crítico.

En cuanto a la recreación, el área se constituye en un ámbito ideal para el desarrollo de esta actividad. Actualmente se desarrollan actividades culturales artesanales como: platería, dulces y quesos, tejidos, cerámicas, flores y comidas típicas.

En el sector terciario la actividad turística es desarrollada por el sector privado, con servicios de hotelería y restaurantes.

Con este nivel de evaluación se pudo detectar la falta de una política de ordenamiento que guíe la administración y planificación de las actividades, lo que se evidencia en la actual estructura territorial de la cuenca.

### Jerarquización de las Problemáticas Socioambientales

Los problemas identificados se jerarquizaron teniendo en consideración la intensidad de sus efectos y priorizando la necesidad de corregirlos; los mismos se detallan a continuación:

1. Asentamientos en zonas críticas de la cuenca
2. Elevación del nivel de base
3. Fenómenos de remoción en masa
4. Basurales en las márgenes del río principal
5. Contaminación de los acuíferos
6. Sobrepastoreo
7. Ausencia de estaciones de aforo y meteorológicas
8. Falta de una política de ordenamiento.

### CONCLUSIONES

El estudio permitió reconocer las potencialidades de la cuenca, las cuales brindan múltiples oportunidades de aprovechamiento, y las problemáticas, que requieren de una rápida solución para el buen funcionamiento del sistema. Las recomendaciones que se formulan están orientadas a lograr como objetivo principal la *gestión integrada del manejo y conservación de los recursos naturales, sociales y económicos de la cuenca*, y como objetivos generales: lograr el uso óptimo del territorio según las capacidades intrínsecas de cada sitio, teniendo en cuenta las limitaciones, los riesgos y los conflictos; lograr el bienestar social a través de una adecuada distribución de la riqueza; optimizar la actividad agropecuaria y turística con el propósito de lograr un crecimiento económico y social sostenible e impulsar el desarrollo de nuevas políticas participativas.

#### Se recomienda

- Realizar conservación del bosque nativo y reforestación en la cabecera de la cuenca y de las márgenes de los ríos para disminuir la erosión y favorecer el proceso de infiltración del agua en el suelo.
- Planificar las obras de sistematización de la cuenca como diques de contención y gaviones, previo análisis estratégico de su ubicación, e implementar un sistema de drenaje que reduzca la anegabilidad en las zonas bajas.
- Fomentar la explotación de áridos siguiendo los lineamientos de la normativa vigente para reducir al aporte de materiales que elevan el nivel de base.

- Promover la erradicación de basurales para evitar la contaminación de los acuíferos y así garantizar su aprovechamiento.

- Implementar un sistema de pastoreo acorde a la capacidad de carga, permitiendo la recuperación de pastizales.

En cuanto al aspecto social se recomienda:

- Fomentar la organización social de la gente, con la participación de todos los sectores sociales.

- Reubicación de los asentamientos que se encuentran en zonas de riesgo de inundación y de deslizamientos.

- Estimular el desarrollo de actividades turísticas orientadas a minimizar los impactos en el ambiente y con la participación de los pobladores locales.

Todas estas propuestas deben organizarse en un *Plan de Ordenamiento* dirigido por autoridades municipales, asesoradas por equipo técnico interdisciplinario experimentado, que posibilite el desarrollo social, económico y ambiental del área de estudio. Para alcanzar esta meta es necesario definir una *Política de Gobierno*, que guíe la administración y planificación de las actividades, respaldada por un Estado comprometido con el bienestar socioambiental, presente y futuro.

#### BIBLIOGRAFIA

Belmonte, S. 2002. *Evaluación Multicriterio de las Altas Cuencas de los Ríos Potreros, Arias y Vaqueros para establecer pautas de Ordenación Territorial*.

Tesis Profesional. Escuela de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 284 pp.

Gutierrez, M. D. 1995. *Estudio Hidrogeológico de la Cuenca del Río Vaqueros- Dptos. Capital y La Caldera- Provincia de Salta*. Tesis Profesional. Escuela de Geología. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 97 pp.

López, E.-2006. *Ordenación Territorial del sector norte de la Ciudad de Salta con base en el riesgo por inundación y anegamiento*. Tesis Profesional. Escuela de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 93 pp.

Mármol, L. A. 2008. *Introducción al manejo de cuencas hidrográficas y corrección de torrentes*. Cátedra de Manejo de Cuencas. Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta. 300 pp.

Méndez Vergara, E. 1990. *Gestión Ambiental y Ordenación Territorial*. Universidad de los Andes. Colección Ciencias de la Tierra. Serie Geografía Humana. Mérida, Venezuela. 184 pp.

Mosa, S. G. 1981. *Descripción de los recursos naturales de la Cuenca del Río Vaqueros. Dpto. La Caldera – Prov. de Salta*. Seminario II. Licenciatura en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 78 pp.

## NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

1- La Revista Científica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy tiene por finalidad la publicación de trabajos científicos originales o parcialmente originales sobre temas agro - biológicos. Incluirá trabajos terminados, comunicaciones de trabajos en etapa de realización y notas breves.

2- Los trabajos deberán remitirse al Comité Editor que funciona en Facultad de Ciencias Agrarias Alberdi 47 - C.P. 4600 San Salvador de Jujuy, a nombre de:

Revista Científica de la Facultad de Ciencias Agrarias  
Sra. Coordinadora del Comité Editorial Dra. Susana Muruaga de L'Argentier

Deberán constar de un original y dos copias, escritos en castellano, en papel tamaño A4, a doble espacio, utilizando una sola carilla. Las hojas se numerarán correlativamente del reverso con lápiz.

La Comisión de Publicaciones aconseja que cada escrito se ajuste a las normas gramaticales que establece el Diccionario de la Real Academia Española, en su última edición.

3- Los trabajos tendrán estructura lógica siendo la secuencia de las secciones las siguientes:

Título (en castellano e inglés).  
Autores (incluyendo lugar de trabajo y dirección postal).  
Resumen. (máximo 200 palabras).  
Palabras claves.  
Summary. (máximo 200 palabras).  
Key words.  
Introducción.  
Materiales y métodos.  
Resultados y discusión.  
Conclusiones.  
Agradecimientos (si los hubiere).  
Bibliografía.

Los títulos de las secciones se colocaran en el centro de la hoja y los subtítulos hacia el margen izquierdo, resaltado en negrita.

4- En el texto, las menciones, citas de autores se harán de la siguiente forma: (Sanchez, P, 1970), si se trata de un solo autor (Scott y Aldrich, 1984) cuando sean dos; (Moreno y otros, 1988) para el caso de tres o más autores. Cuando las citas sean mas de una se ordenaran cronológicamente. Para el caso de distin-

tos trabajos un mismo autor en un mismo año, estos deben identificarse por el agregado secuencial de una letra (Lopez, F, 1986 a, b). Toda transcripción se pondrá entre comillas citando el autor.

5- Los nombres científicos completos deberán ser citados en su primera mención. En posteriores menciones podrán usarse solamente la inicial del género mas la especie, sin agregar el clasificador. De utilizar el nombre común, este deberá ser acompañado por el nombre científico en su primera mención. Todas las locuciones latinas deberán ir en negrita.

6- Los símbolos químicos podrán ser utilizados en el texto (EJ. N por nitrógeno, C por carbono), en cambio no deberán emplearse las formulas químicas corrientes en reemplazo de las correspondientes palabras (EJ. Agua y no H<sub>2</sub>O). Se podrán utilizar las abreviaturas de uso corriente, como ATP, ADN, ARN, etc.

7- Cuando en el texto se haga referencia a cantidades, estas deberán expresarse en términos arábigos (EJ. 4 parcelas), excepto al referirse a "uno" o cuando el párrafo se inicie con una cifra. No corresponden abreviaturas en la primera palabra de un título, cuadros, planillas, etc; en caso contrario podrán ir pero las de carácter físico se escribirán de acuerdo con lo establecido por la Sociedad Francesa de Física:

Centígrado, cg	centímetro, cm	decímetro, dm
Decigramo, dg	gramo, g	hectárea, ha
Hectolitro, hl	kilogramo, kg	kilometro, km
Litro, l	metro, m	metro cuadrado, m <sup>2</sup>
Metro cubico, m <sup>3</sup>	micrón, μ	milimicron, mμ
Miligramo, mg	milímetro, mm	tonelada métrica, tm

A continuación de cada abreviatura no se agrega punto. Así mismo las fechas serán escritas de la siguiente manera: vgr. 8 febrero 1943 o también 8.II.1.943.

8- Los resultados de los trabajos podrán presentarse en tablas y figuras. La numeración de estas se hará en forma independiente y correlativa, con números arábigos. Tanto los títulos como los textos explicativos deberán ir todos juntos en hoja aparte. En el reverso o abajo de cada tabla o figura deberá consignarse su numero con lápiz a los efectos de identificar el titulo y/o texto explicativo

que le corresponde, y el nombre del autor principal y título abreviado del trabajo para evitar su pérdida.

Las figuras deberán permitir su reducción al ancho de una columna (según la diagramación de la revista, 7 cm) y solo - si fuese preciso - a doble columna (15 cm). Si las dimensiones de los originales son superiores a estas dimensiones, se deberán adecuar el espesor de las líneas y el tamaño de los símbolos para que no pierdan legibilidad con la reducción. Se aceptaran figuras realizadas en tinta negra o en impresora láser o chorro de tinta.

Las fotografías se incluirán solo cuando sean imprescindibles. En tal caso se presentaran sin pegar, en papel blanco y negro brillante, contando en el reverso con las aclaraciones establecidas en el punto 8.

Las tablas y figuras no deberán sumar mas de la tercera parte del total del trabajo.

- 9- En la bibliografía solo se consignarán los autores citados en el texto, ordenados alfabéticamente por el autor principal.

Cuando un autor(es) es citado varias veces, se repetirá el o los nombre tantas veces como sea necesario, ordenándose los trabajos por orden cronológico. Toda cita bibliográfica se iniciará con el apellido e iniciales del autor principal y luego iniciales y apellido de los coautores.

- 10- Las referencia bibliográficas para artículos de publicaciones periódicas (revistas) deberán incluir los siguientes datos:

Autor(es).  
Año de publicación (sin paréntesis en números arábigos).  
Título del artículo.

Nombre de la publicación periódica en la que apareció.

Volumen y numero de la publicación periódica.  
Página inicial y final del articulo.

- 11- Las referencias bibliográficas para un libro o folleto deben incluir los siguientes datos:

Autor(es).  
Año de publicación (sin paréntesis en números arábigos).  
Título.  
Número de edición (si no es la primera).  
Lugar de publicación.  
Editor.  
Paginación.

- 12- Las comunicaciones, no necesariamente responderán a lo establecido en el punto 3, en su texto deberá reflejar sintéticamente los objetivos, materiales y métodos, resultados y conclusiones.

- 13- Los trabajos serán revisados por un mínimo de 2 consultores.

Estos serán designados por el Comité Editor y serán investigadores de probada trayectoria y experiencia en el tema. Será necesaria la aprobación para que un trabajo sea aceptado para su publicación. Las modificaciones que los consultores pudieran sugerir serán remitidas al autor; una vez realizadas se considerara como versión final y se fijara la fecha de aceptación.

- 14- La versión final del manuscrito se enviara por duplicado en papel DIN A4 (210mm por 297mm) y una copia en CD, utilizando el procesador de texto: WORD (versión 6.0 o posterior), bajo sistemas com-patibles con IBM.

- 15- La falta de cumplimiento de cualquiera de estas normas implicara la devolución del trabajo para su adecuación a las mismas.



## INDICE

### TRABAJOS

Página 3-8:

#### **RESERVAS HÍDRICAS DE CUENCAS ALTAS EN LA PENDIENTE ARIDA DE LA SIERRA DE ACONQUIJA**

Ahumada, A. L., S. V. Páez, y G. Ibáñez Palacios.

Página 9-14:

#### **POTENCIALIDAD TURÍSTICA DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO EN PARQUE NACIONAL CAMPO DE LOS ALISOS, TUCUMÁN, ARGENTINA.**

Ahumada, A. L., G. P. Ibáñez Palacios, y S. V. Páez.

Página 15-23

#### **EXPERIENCIA PARTICIPATIVA PARA LA INTRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE QUINOA EN LA POMA y CACHI - SALTA**

Bayón de Torena N. A.

Página 25-30:

#### **ESPECIES VEGETALES DE MONTAÑA CON PRINCIPIOS COLORANTES Y SU EMPLEO EN EL TEÑIDO ARTESANAL**

Cabana, R del C. y C.I. Viturro

Página 31- 35

#### **CORRELACION ENTRE EL CRECIMIENTO DE LA AFATA Y LAS PRECIPITACIONES EN EL NOROESTE ARGENTINO**

Calzon, M. E. y A. M. Giménez

Página 37-44:

#### **LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO DEL ROBLE CRIOLLO COMO HERRAMIENTA PARA UN MANEJO SUSTENTABLE DE LOS BOSQUES DE LAS YUNGAS**

Calzon, M. E. y A. M. Giménez

Página 45-57:

#### **BIODIVERSIDAD DE FLORA Y FAUNA EN EL ECOSISTEMA DE UN ARROYO SERRANO**

Garaventa, S.; Salas, L.; Luna Mercado, L.; Meyer, B. y J. Luceros

Página 59-70

#### **DEGRADACIÓN ESPECÍFICA POR EROSIÓN HÍDRICA EN SERRANÍA DE VAQUEROS. PROV. SALTA**

Mármol, L.; J. Ferretti y L. Mármol

Página 71-79:

**ESTUDIO INTEGRAL DE LA CUENCA DEL RÍO POTRERO (SALTA, ARGENTINA)**

Martínez Scherer, L., S. Ferreira, J.J. Correa, E. Visentini y V. Romero.

Página 81-88:

**SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL NOROESTE ARGENTINO: ESTUDIO DE CASO EN AGUARAY, SALTA**

Nicolópulos, M.C.; A. E. Ortín y M. E. Calzon

Página 89-103:

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS SERRANÍAS ORIENTALES DE VAQUEROS (SALTA, ARGENTINA)**

Salinas Talamilla, C.P., F. B. Farfán, L.L. Costas, D.E. Farfán, D.M. Vaca, S.E. Delgado y S.E. Ferreira

Página 105-113:

**PRINCIPALES RAZAS DE MAÍCES INDÍGENAS (*Zea mays* L.) PRESENTES EN LA QUEBRADA DE HUMAHUACA (JUJUY), NECESIDAD DE RECUPERAR Y PROMOVER SU CULTIVO**

Schimpf, J. H. y S. del V. Abarza

Página 115-119:

**RENDIMIENTO DEL YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. and Endl.)) EN TRES LOCALIDADES DEL NORTE DEL VALLE DE LERMA. PROVINCIA DE SALTA**

Ortín S. P., G. Toledo, R. Cardozo, A. Ortín y J. C. Godoy

**COMUNICACIONES**

Página 123-130:

**RELEVAMIENTO SOCIO-AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO VAQUEROS (SALTA-ARGENTINA)**

Barboza, L.J., M. Loayza, V.-Vázquez, C. Venencia, C. Villanueva, S.A. Castrillo y S.E. Ferreira.

Página 131-136:

**EL MANEJO FORESTAL DENTRO DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE YUNGAS, ARGENTINA**

Godoy, J. C.; Tolaba, J. y Ortín, A. E.

Página 139-145:

**EXPERIENCIAS DE RESCATE Y APLICACIÓN DE TINTURAS NATURALES EN EL MUNICIPIO DE LOS TOLDOS**

Vacaflor, P.E.; Godoy, J.C. y Ortín, A.E.

*Página 147-150:*

**DIAGNOSTICO AMBIENTAL Y RECOMENDACIONES PARA LA ORDENACION TERRITORIAL DE LA CUENCA DEL RIO VAQUEROS (SALTA-ARGENTINA)**

Villanueva N.C., L.J. Barboza, S.A. Castrillo, M. Loayza, V..Vázquez, C. Venencia y S.E. Ferreira



## Index

### Works:

#### Pages 3 to 8:

#### **HIDRIC RESERVES OF HIGHT UPPER BASINS IN THE ARID SLOPE OF ACONQUIJA RANGE**

Ahumada, A. L., S. V. Páez, y G. Ibáñez Palacios.

#### Pages 9 to 14:

#### **TOURISTIC POTENCIALITY OF THE GEOLOGICAL HERITAGE IN THE CAMPO DE LOS ALISOS NATIONAL PARK, TUCUMAN, ARGENTINA**

Ahumada, A. L., G. P. Ibáñez Palacios, y S. V. Páez.

#### Pages 15 to 23:

#### **PARTICIPATIVE EXPERIENCE TO INTRODUCE QUINOA VARIETIES AT LA POMA AND CACHI - SALTA**

Bayón de Torena N. A.

#### Pages 25 to 30:

#### **SPECIES MOUNTAIN PLANTS WITH DYES PRINCIPLES AND THEIR USE IN TRADITIONAL DYEING**

Cabana, R del C. y C.I. Viturro<sup>1</sup>

#### Pages 31 to 44:

#### **TREE GROWTH AND RAINFALL MEASUREMENTS CORRELATION OF AFATA IN THE NORTHWEST OF ARGENTINA**

Calzon, M. E. y A. M. Giménez

#### Pages 37 to 44:

#### **THE RING OF GROWTH OF THE ROBLE CRIOLLO AS TOOL FOR A SUSTAINABLE MANAGEMENT OF THE FORESTS OF THE YUNGAS**

Calzon, M. E. y A. M. Giménez

#### Pages 45 to 47:

#### **BIODIVERSITY OF FLORA AND FAUNA IN THE ECOSYSTEM OF A SERRANO CREEK**

Garaventa, S.; Salas, L.; Luna Mercado, L.; Meyer, B. y J. Luceros

#### Pages 59 to 70:

#### **ENVIRONMENTAL DEGRADATION TO HYDRIC EROSION IN SERRANÍAS DE VAQUEROS. PROV. SALTA**

Mármol, L.; J. Ferretti y L. Mármol

Pages 71 to 79:

**INTEGRAL STUDY OF THE BASIN OF RIVER PASTURE (SALTA, ARGENTINA)**

Martínez Scherer, L., S. Ferreira, J.J. Correa, E. Visentini y V. Romero.

Pages 81 to 88:

**AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE ARGENTINE NORTHWEST: STUDY OF CASE IN AGUARAY, SALTA**

Nicolópulos, M.C.; A. E. Ortín y M. E. Calzon

Pages 89 to 103:

**ENVIRONMENTAL DIAGNOSTIC OF THE HILLS EAST OF VAQUEROS (SALTA, ARGENTINA)**

Salinas Talamilla, C.P., F. B. Farfán, L.L. Costas, D.E. Farfán, D.M. Vaca, S.E. Delgado y S.E. Ferreira

Pages 105 to 113:

**MAIN NATIVE CORN STRAINS (*Zea mays* L.) PRESENT IN THE QUEBRADA DE HUMAHUACA (JUJUY), THE NEED TO RECOVER AND PROMOTE ITS GROWTH**

Schimpf, J. H. y S. del V. Abarza

Pages 115 to 119:

**YIELD OF YACON (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. and Endl.)) IN THREE LOCALITIES OF THE NORTH OF THE LERMA VALLEY. PROVINCE OF SALTA**

Ortín S. P.<sup>1</sup>, G. Toledo, R. Cardozo, A. Ortín y J. C. Godoy

**COMMUNICATIONS**

Pages 123 to 130:

**SURVEY SOCIO-ENVIRONMENTAL BASIN RIVER VAQUEROS (SALTA-ARGENTINA)**

Barboza, L.J., M. Loayza, V.-Vázquez, C. Venencia, C. Villanueva, S.A. Castrillo y S.E. Ferreira.

Pages 131 to 136:

**FOREST MANAGING INSIDE BIOSPHERE RESERVE IN YUNGAS, ARGENTINA**

Godoy, J. C.; Tolaba, J. y Ortín, A. E.

Pages 139 to 145:

**EXPERIENCES OF RESCUE AND APPLICATION OF NATURAL DYES IN THE MUNICIPALITY OF LOS TOLDOS**

Vacaflor, P.E.; Godoy, J.C. y Ortín, A.E.

Pages 147 to 150:

**ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS AND RECOMMENDATIONS FOR LAND USE PLANNING OF VAQUEROS RIVER BASIN (SALTA-ARGENTINA)**

Villanueva N.C., L.J. Barboza, S.A. Castrillo, M. Loayza, V.-Vázquez, C. Venencia y S.E. Ferreira

PARTICIPARON EN LA EVALUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE  
"AGRARIA" VOLUMEN II, III y IV LOS SIGUIENTES INVESTIGADORES

Ing. Agr. Estela Agostini de Manero	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. Néstor José Alcoba	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. Bruno Andrada	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Juan Carlos Arguello	Universidad Nacional de Córdoba
Ing. Agr. M. Sc. Noemí Bejarano	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. M. Sc. Rosa Beltrán	Universidad Nacional de Santiago del Estero
Dr. Carlos H. Bellone	Universidad Nacional de Tucumán
Dra. Graciela Bovi Mitre	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. M. Sc. Rolando Braun Wilke	Universidad Nacional de Jujuy
Dra. Leonor Carrillo	Universidad Nacional de Jujuy
Dra. Lucía Claps	Fundación Miguel Lillo
Ing. Agr. Salvador Chaila	Universidad Nacional de Santiago del Estero
Ing. Agr. Liliانا Diodato de Medina	Universidad Nacional de Santiago del Estero
Dr. Marcelo Doucet	Universidad Nacional de Córdoba
Ing. Agr. Ramón Fernández	Universidad Nacional de Tucumán
Dr. Francisco Fernández	Fundación Miguel Lillo
Ing. Agr. M. Sc. Claudia Gallardo	Universidad Nacional de Jujuy
+Ing. Agr. Augusto García	Universidad Nacional de Tucumán
Ing. Agr. José Guillermo García Sáez	Universidad Nacional de Cuyo
Ing. Agr. Liliana Grey	Universidad Nacional de Salta
Dra. Paola Lax	Universidad Nacional de Córdoba
Dra. Susana Muruaga de L'Argentier	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. Antonio José Nasca	Universidad Nacional de Tucumán
Dra. Estela Neder	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. Raúl Nóbile	Universidad Nacional de Córdoba
Dr. Lázaro Novara	Universidad Nacional de Salta
Ing. Agr. José Ploper	Universidad Nacional de Tucumán
Lic. Humberto Quintana	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. M. Sc. Hugo Quinteros	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. Juan C. Ramallo	Universidad Nacional de Tucumán
Ing. Agr. M. Sc. Luis Rodríguez Plaza	Universidad Nacional de Cuyo
Dr. Fidel Alejandro Roig Juñet	Universidad Nacional de Cuyo
Lic. Alicia Rotman	Universidad Nacional de Jujuy
Dra. Elena Rosa	Universidad Nacional de San Luis
Dra. Norma Saman	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Zoot. Marcelo Sánchez Mera	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. Agustín Sanzano	Estación Experimental Obispo Colombres
Ing. Agr. María Schiavone	Universidad Nacional de Tucumán
Ing. Agr. Jorge Schimpf	Universidad Nacional de Jujuy
Ing. Agr. Arturo Luis Terán	Fundación Miguel Lillo
Ing. Agr. Manuela Toranzo de Pérez	Universidad Nacional de Tucumán
Dra. Liliana Valverde	Fundación Miguel Lillo
Ing. Agr. Alberto Vigiani	Universidad Nacional de Jujuy
Dra. Carmen Viturro	Universidad Nacional de Jujuy
Dr. Sebastián Whett	Universidad Nacional de Tucumán
Lic. María Inés Zamar	Universidad Nacional de Jujuy