



DICyT UPEA
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología

Universidad Pública de El Alto

Vicerrectorado
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología



Revista Científica y Tecnológica • N° 4/2018



Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología (DICYT)
Av. Sucre "A" s/n • Villa Esperanza
Edif. Emblemático, Piso 3
www.upea.edu.bo UPEA BOLIVIA



El Alto, Bolivia 2018

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

Lic. R. Ricardo Nogales Quispe
Rector Universidad Pública de El Alto

Lic. MVZ Nelson Centellas Ticona
Vicerrector Universidad Pública de El Alto

Lic. MVZ Willy Antonio Villavicencio Yana
Director a.i.
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología
Universidad Pública de El Alto

Lic. Yelmo Quispe Condori
Profesional en Investigación
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología
Universidad Pública de El Alto

Comisión Revisora de Artículos Científicos

Dr. Manuel Loza Murgia Ph.D.
(Docente – Univ. Católica, Indexador Cielo- Bolivia)

Mg.S. Maria Antonieta Murillo Murillo (Revisora Internacional)

Dr. Sergio Daniel Moreira Ascarrunz Ph.D. (Docente - UMSA)

Lic Agustina Flores Callisaya (Cs. Educación - Literatura)

Lic. Leonor Sillo M. (Investigadora)

Corrección y Estilo:

Mg.S. Maria Antonieta Murillo Murillo (Revisora Internacional)

Depósito Legal

4 - 3 - 59 - 13 P.O.

Diseño y Diagramación

Orlando Marquez Apaza

Impreso en los Talleres Gráficos

Creaciones PROGRAFIC

Cel.: 67066679

El Alto - Bolivia 2018

Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin previa autorización de los autores.

Cada investigación es responsabilidad del autor.

CONTENIDO

Presentación. _____	7
<i>Lic. MVZ Willy Antonio Villavicencio Yana</i>	
<i>Director a.i. Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología</i>	
Estudio socio-ambiental del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PNANMI-Cotapata). Presente y futuro. _____	9
<i>Camacho Girona, Carlos Aníbal</i>	
Reconstrucción Virtual Arqueológica Arquitectónica, Centro Ceremonial Khonko Wancane Cultura Tiahuanacota. _____	22
<i>Flores Tarqui Santos Sebastián, Zarco Carrillo Tomas Inocencio</i>	
El Aspecto Verbal del Castellano (Aporte Teórico) _____	30
<i>Murillo Murillo, María Antonieta</i>	
Canica: Arma Mortal Demostración científica del Fallecimiento de Jonathan Quispe Vila Ciudad El Alto, Mayo 24, 2018 _____	52
<i>Campos Ugarte Edwin</i>	
Técnicas de Evaluación en Proyectos de Inversión, bajo Modelo determinístico y Estocástico, Caso de Aplicación con Crystal Ball _____	56
<i>Camiño Garcia, Eliseo</i>	
Análisis Anual y Mensual de la Serie Histórica de Precipitación estacional Ciudad El Alto-La Paz Bolivia _____	66
<i>Quispe Mamani, Juan Carlos</i>	
Producción de Biomasa y Nutrientes por la Poda en Sistemas agroforestales Sucesionales y Tradicionales con Cacao, Alto Beni - Bolivia. _____	73
<i>Willy Antonio Villavicencio Yana, Cipriano Condori Tenorio</i>	
Efecto de la Aplicación de Tricobal en tres Variedades de Cebada forrajera (<i>Hordeum Vulgare</i> L.), Estación experimental de Kallutaca _____	88
<i>Yapu-Mamani Wilson, Tambo-Yujra Juan Pablo, Gutiérrez-Gonzales Eddy Diego</i>	
Cultivo de Cebolla entre Hileras de Plantación de Tara _____	97
<i>Cipriano Condori Tenorio, Victor Mamani Mamani</i>	

10131102784

Estudio socio-ambiental del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PNANMI-Cotapata). Presente y futuro.

Socio-environmental study of the National Park and Natural Area of Integrated Management Cotapata (PNANMI-Cotapata). Present and future

Camacho Girona, Carlos Aníbal
E-Mail: ca_girona@yahoo.es

RESUMEN

El presente artículo resume la investigación realizada en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PNANMI Cotapata), 2017, cuyo objetivo fue diagnosticar el Estado situacional, identificando impactos ambientales y territoriales e inferir un posible escenario futuro de esta Área Protegida. El Método analítico descriptivo, acompañó en el proceso. Los resultados muestran que El Parque es un Área protegida con mayor diversidad, en flora, fauna, ecosistemas en relación a su tamaño. Se tiene registrado 820 especies de flora y se estima la existencia de 1.800 especies de plantas superiores; de la misma forma se identificaron 204 especies de fauna, lo que sugiere alta biodiversidad. No obstante es un "Área Protegida con gente", ésta presencia humana "presiona" sobre el ecosistema, Ellos viven de la minería, la coca, caza y pesca. El turismo, el avance de la frontera cocalera, chaqueos e incendios, el movimiento de personas y vehículos por la ruta Cotapata-Santa Bárbara, las construcciones en aires de río, la apertura de caminos y senderos, el aplanado de tierras en terrazas aluviales y coluviales, etc. avisa un futuro incierto.

Palabras claves: biodiversidad, parque natural, impactos ambientales, contaminación ambiental, impactos territoriales.

ABSTRACT

This article summarizes the research carried out in the National Park and Natural Area of Integrated Management Cotapata (PNANMI Cotapata), 2017, whose objective was to diagnose the situational state, identifying environmental and territorial impacts and infer a possible future scenario of this Protected Area. The descriptive analytical method, accompanied in the process. The results show that El Parque is a protected area with greater diversity, in flora, fauna, ecosystems in relation to its size. It has registered 820 species of flora and it is estimated the existence of 1,800 species of higher plants; In the same way, 204 species of fauna were identified, which suggests high biodiversity. However, it is a "Protected Area with people", this human presence "presses" on the ecosystem. They live from mining, coca, hunting and fishing. Tourism, the advance of the coca-growing frontier, chaqueos and fires, the movement of people and vehicles along the Cotapata-Santa Bárbara route, the construction of river aires, the opening of roads and paths, the flattening of lands in alluvial terraces and colluvial, etc. It alerts an uncertain future.

Keywords: biodiversity, natural park, environmental impacts, environmental pollution, territorial impacts.

Introducción

Es fundamental conocer el estado actual de conservación, su uso y manejo; así como, las afectaciones y amenazas que se generan sobre los recursos naturales en las Áreas Protegidas de Bolivia, los mismos que nos permitan inferir con cierto grado de certeza, posibles escenarios futuros de esas áreas.

Esta preocupación motivó a realizar la presente investigación, que estuvo a cargo del suscrito como docente investigador del Instituto de Investigaciones de la carrera de Ingeniería Ambiental de la UPEA, durante el año 2017, cuyo objetivo central fue el realizar un diagnóstico situacional, identificando impactos ambientales y territoriales (actividades humanas, uso y ocupación del territorio, aprovechamiento de los recursos naturales, relación con el medio ambiente, entre otros) en el PNANMI- Cotapata) y a partir de estas informaciones, inferir el escenario futuro de esta Área protegida.

Para concretar el presente estudio se acudió al análisis y sistematización de diversas fuentes de información secundaria, y con esta base, se llevaron a cabo los trabajos de campo, abarcando toda el área, y estableciendo como referencia, las cinco cuencas que conforman este Parque Nacional.

1. Materiales y Método

1.1. Materiales

Documentos relacionados, como el Plan de Manejo del PNANMI Cotapata, 2005; mapas topográficos (IGM); Imágenes Satelitales; Geographical Position System (GPS); grabadora reportera; libretas de apuntes, cámara fotográfica, larga-vistas y boletas de encuestas.

1.2. Método

El Método empleado fue el analítico descriptivo; donde la observación participativa fue lo más importante para

el relevamiento de información primaria, especialmente relacionados con los recursos naturales. Entre las técnicas empleadas están las entrevistas en profundidad y las historias de vida.

El enfoque de la investigación corresponde al cualitativo y presenta una secuencia metodológica en cinco fases: la primera fue la revisión de fuentes secundarias; la segunda, el trabajo de campo; la tercera, el tratamiento de las informaciones y la cuarta, la formulación de resultados, conclusiones y recomendaciones y finalmente, la socialización en comunidades y entrega del documento final.

2. Resultados

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PNANMI-Cotapata) presenta una gran importancia, tanto ambiental y de conservación de los recursos naturales, como social y económica, constituyéndose una de las más importantes áreas protegidas con las que cuenta Bolivia.

El PNANMI Cotapata se encuentra en las provincias Nor Yungas y Murillo, y los municipios involucrados son La Paz y Coroico, y comprende un área ubicada al noreste de la ciudad de La Paz, adosada al muro cordillerano y precisamente donde se inicia el camino a los Yungas en el tramo La Cumbre-Sacramento, el cual corresponde al límite sur del área.

El clima varía según el gradiente altitudinal, desde frío (helado) en las alturas (mayor a 4.000 msnm), hasta templado-cálido, hacia el límite inferior (1.000 msnm). La precipitación es también variable, oscilando entre los 1.000 mm en la parte alta, hasta más de 3.000 mm en el bosque nublado de ceja.

De acuerdo a Ibisch et. al., (2003), existen tres ecoregiones con representación en el AP de un total de 12 ecoregiones en Bolivia:

1. Yungas - una ecoregión con varios pisos altitudinales dando lugar a mosaicos y una alta diversidad beta. Es muy rica en especies de flora y es el centro de diversidad y de endemismos de orquídeas.

2. Bosques Secos Interandinos - una ecoregión fuertemente perturbada en toda su extensión.

3. Puna norteña - Dentro de esta ecoregión el AP abarca la sub-ecoregión de Puna húmeda y la de Vegetación altoandina de la Cordillera Oriental con pisos nivales y sub-nivales.

ELAP tiene áreas de vegetación transicional (ecotonos) entre las ecoregiones, las cuales generalmente tiene una biodiversidad alta

2.1. Potencialidades

2.1.1. Biodiversidad

El PN-ANMI Cotapata está entre las áreas protegidas más diversas del mundo, en flora, fauna y ecosistemas y en relación a su tamaño. Se tiene registrado 820 especies de flora y se estima la existencia de 1.800 especies de plantas superiores; de la misma forma se identificaron 204 especies de fauna, lo cual hace de Cotapata un área con muy alta biodiversidad, lo que va acompañado por su excepcional belleza escénica, presentando grandes nevados como el Illampu, glaciares y lagunas altoandinas, ríos torrentosos y caídas de agua, así como serranías y quebradas cubiertas de espesa vegetación. (Plan de Manejo PNANMI Cotapata, 2005).

2.1.2. Flora:

Según el Herbario Nacional de Bolivia el AP está subdividida a partir de las Unidades de Vegetación, las mismas que se pueden apreciar en el cuadro 2

Cuadro 2 Unidades de vegetación de acuerdo a su elevación

Unidad de vegetación	Elevación (msnm)
1. Vegetación altoandina	4.200-5.600
2. Puna (vertiente occidental)	3.500-4.200
3. Páramo yungueño (vertiente oriental)	2.500-3.500
4. Bosque nublado de ceja de montaña	2.500-3.500
5. Bosque montano húmedo	1.000-3.000
6. Bosque montano seco	1.000-1.300
7. Áreas de sabana de montaña	1.000-2.5000

Fuente: Herbario Nacional de Bolivia, 2005

Las especies vegetales más representativas son: por unidad de vegetación son:

2.1.3. Vegetación altoandina (4.200 – 5.600msnm)

Presencia de Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Geraniaceae, Gentianaceae, Malvaceae, Rosaceae y Valerianaceae. Cojinestres como Pycnophyllum, las gramíneas en manojos, principalmente de las especies y géneros Anthochloa lepidula, Deyeuxia, Dissanthelium y Dielsiochloa floribunda, y las rosetas herbáceas como por ejemplo Aschersoniodoxa y Nototriche. de Stipa leptostachya (ichu). En lugares más húmedos se tiene Deyeuxia minima y Aciachne pulvinata, mezcladas con ejemplares aislados de Festuca rigescen, Deyeuxia vicunarum y Luzula racemosa. También son característicos la presencia de bofedales, donde predominan los cojines de Oxychloe andina, Distichia muscoides y Plantago tubulosa.

3. Puna (3.500 – 4.200msnm)

Los arbustos más frecuentes son especies de Baccharis que crecen aislados dentro de una comunidad de pastizal, en la cual domina Festuca dolichophylla (s.l.). En esta comunidad se encuentran además, Stipa brachyphylla, S. hans-meyeri, Deyeuxia vicunarum y Poa gymnantha.

4. Páramo de Yungas (3.000 – 4.200msnm)

Presencia de los géneros *Cortaderia*, *Deyeuxia* y *Festuca*, además de ciperáceas y juncáceas de los géneros *Rhynchospora* y *Carex*. La especie más frecuente es *Festuca sublimis*. En algunos lugares se forma una pradera con un césped bajo de gramíneas (*Agrostis* spp.) y graminoides (*Sisyrinchium*, *Carex* y *Luzula*), hierbas rastreras y en roseta como *Lachemilla aphanoides* y *Werneria nubigena*, helechos herbáceos de los géneros *Blechnum* y *Jamesonia*, criptógamas como los musgos *Sphagnum* y *Polytrichum* y líquenes. Mezcladas con las gramíneas *Deyeuxia filifolia* y *D. setiflora*, se encuentran el arbusto resinoso *Baccharis genistelloides* (carqueja), las hierbas *Halenia pusilla*, *Werneria nubigena*, *W. strigosissima*, *W. villosa* y menos frecuentemente, los cojines de *Werneria humilis*.

En el paisaje del páramo de Yungas se encuentran también matorrales con arbustos siempreverdes: *Baccharis pentlandii*, *B. papillosa*, *Brachyotum microdon* y varias especies de *Ilex* y *Miconia*.

Existen además, familias leñosas de la ceja de monte que suben hasta el sub-páramo como *Aquifoliaceae* (*Ilex*), *Berberidaceae* (*Berberis*), *Elaeocarpaceae* (*Vallea stipularis*, *ulla ulla*), *Loganiaceae* (*Desfontainia*). Son típicas las *Melastomataceae* (*Brachyotum* y *Miconia*), *Myricaceae* (*Morella pubescens*), *Polygalaceae* (*Monnina*), *Rosaceae* (*Hesperomeles*), *Clusiaceae* (*Hypericum*), *Asteraceae* (*Gynoxis*), *Saxifragaceae* (*Escallonia*, *Ribes*), *Solanaceae* (*Saracha*), *Theaceae* (*Freziera*). También son típicas las gramíneas tipo bambú del género *Chusquea* y los helechos arborescentes bajos como *Blechnum loxense*. Ocasionalmente se pueden ver bosquecillos abiertos de *Polylepis pepeii* (queñua) y *Buddleja montana* (kishuara).

5. Bosque nublado de ceja de montaña (2.500 – 3.500msnm)

El bosque está formado por tres a cuatro estratos y son típicas las familias *Podocarpaceae* (*Podocarpus*, pino de monte), *Melastomataceae* (*Miconia*, tiri tiri), *Asteraceae* (*Gynoxys*), *Brunelliaceae* (*Brunellia*), *Clethraceae* (*Clethra*), *Clusiaceae* (*Clusia*), *Cunoniaceae* (*Weinmannia*, *yarisan*), *Elaeocarpaceae* (*Vallea stipularis*, *ulla ulla*), *Lauraceae* (*Persea* y *Nectandra*, *maurel*), *Chloranthaceae* (*Hedyosmum*), *Araliaceae* (*Oreopanax* y *Schefflera*) y *Verbenaceae* (*Aegiphila*). Además, *Rosaceae* (*Prunus*), *Celastraceae* (*Maytenus*) y *Myrsinaceae* (*Myrsine*). Los bejucos son poco abundantes y corresponden a varias compuestas del género *Pentacalia* como *P. epiphytica* y *P. orinocensis*.

6. Bosque montano húmedo (1.000 – 3.000msnm)

En el bosque montano superior, son abundantes las epífitas no vasculares como los musgos *Campylopus*, *Grimmia*, *Anacolia*, *Leptodontium*, *Calyptohecium*, *Sphagnum* y *Racomitrium* y los líquenes, *Cladonia* y *Cora*, así como las vasculares, que aumentan en los pisos inferiores, con varias especies de helechos y afines (licopodios y selaginelas), aráceas, bromeliáceas y orquidáceas. Los árboles dominantes son: *Clethra*, *Clusia*, *Vismia*, *V. glabra* y *V. glaziovii*, *Hieronima*, *Alchornea*, *A. pearcei*, *Escallonia paniculata*, *Freziera*, *Gaultheria*, *Hedyosmum*, *Miconia*, *Oreopanax*, *Podocarpus*, *Symplocos* y *Weinmannia*.

En el bosque montano medio se encuentran especies de *Acalypha*, *Brunellia*, *Clethra*, *Clusia*, *Cyathea*, *Miconia*, *Ocotea*, *Oreopanax*, *Elaeagia*, *Ladenbergia* y *Psychotria*, *Piper*, *Senna*, *Solanum*, *Nectandra* y *Weinmannia*. Las palmeras están representadas por pequeños manchones de *Dictyocaryum lamarckianum*, *Prestoea acuminata* y

Iriartea deltoidea.

El bosque montano inferior están presentes los siguientes géneros *Inga*, *Acalypha*, *Alchornea*, *Aniba*, *Cyathea*, *Guatteria*. Las palmeras *Socratea exorrhiza*, *Chamaedorea angustisecta* y *C. pinnatifrons*, *Bactris gasipaes*, *Oenocarpus bataua* y *Astrocaryum* spp. Existen además moráceas, con especies de *Ficus*, *Brosimum*, *Coussapoa*, *Clarisia*, *Perebea*, *Pourouma* y *Pseudolmedia*. Las epífitas son abundantes, predominando plantas vasculares como las bromeliáceas *Guzmania lingulata* var. *lingulata*, *G. sphaeroidea* y *Billbergia* cf. *microlepis*, *Tillandsia superba*, *T. streptocarpa* y helechos de los géneros *Asplenium*, *Campyloneurum*, *Microgramma*, *Polypodium*., varias orquídeas de los géneros *Oncidium* y *Maxillaria*, *Piperáceas*, *Peperomia* *ticunhuayana* y *P. yungasensis* y varias aráceas. El estrato arbustivo se caracteriza por la presencia de *Besleria sprucei*, *Psychotria poeppigiana*, *Piper* spp., *Clidemia* sp., *Palicourea* sp.; solanáceas y asteráceas en áreas abiertas.

7. Bosque montano seco (1.000 – 1.300msnm)

El bosque montano seco se caracteriza por sus árboles caducifolios y semicaducifolios, una diversidad alta de lianas y especies herbáceas suculentas y otras resistentes a las sequías temporales.

Elementos típicos naturales son varias mimosáceas como *Anadenanthera colubrina* y *Acacia* spp., otros árboles casuales son algunas especies de *Inga*, *Aspidosperma cruentum*, *Astronium urundeuva* (cuchi) y varios arbustos como *Erythroxylum* cf. *ulei*, *Celtis brasiliensis*, varias especies de *Piper* y herbáceas como *Anthurium paraguayensis* y *Sinningia incarnata*.

8. Sabanas de montaña (1.000 – 2.500msnm)

Están compuestos por pajonales de

Gramíneas de amplia distribución tropical como *Trachypogon spicatus* y *Heteropogon contortus*, varias especies de *Schizachyrium* y *Aristida*, con algunos árboles achaparrados de corteza corchosa como el "alcornoque" *Tabebuia aurea*, *Cybistax antisyphilitica* (tajibillo) y árboles de corteza dura como *Roupala montana*. En estos pajonales crecen arbustos resistentes a las quemadas como diversas especies de *Vernonia* (paichané), frecuentemente con xilopodios, es decir con una base leñosa por donde rebrotan rápidamente, por ejemplo especies de *Leandra*, *Tibouchina* y diversas especies de *Hyptis*. Los árboles más comunes son *Jacaranda cuspidifolia*, *Pseudobombax* cf. *longiflorum*, *Tabebuia aurea*, *Byrsonima crassifolia*.

Asimismo el AP cuenta con especies raras, endémicas, especies ornamentales, arbustos, plantas medicinales y orquídeas de gran valor; así como, un alto potencial como germoplasma.

También hasta el momento se registraron 125 especies endémicas² lo que representa el 8% del total de especies registradas para el AP. De las 125 especies, 36 (2% de las identificadas) son exclusivas del AP.

Por un lado estas cifras son espectaculares, ya que en un área de 60,000ha se hayan identificado 36 especies que no se han encontrado en ninguna otra parte del mundo. Por otro lado, estos datos son todavía preliminares porque faltan más análisis taxonómico de diferentes grupos no considerados en este estudio, más estudios sistemáticos y exploraciones botánicas.

² Endemismo o especie endémica: En la biología de conservación, se refiere a una especie que sólo se ha registrado en un país. Por ejemplo, cuando se dice que Bolivia tiene 14 especies de aves endémicas, eso quiere decir que éstas sólo se han registrado en Bolivia (Robison et. al, 2002).

Fauna

Por su pequeña extensión es probable que a largo plazo el PN-ANMI Cotapata sea reconocido más por su diversidad de ecosistemas (diversidad beta)³ que por una diversidad inusual de cualquiera de sus ecosistemas (diversidad alfa)⁴.

La descripción que se presenta a continuación ha sido realizada por investigadores de la Estación Biológica de Tunquini (EBT) y BIOTA:

Peces

Once (11) especies de peces registradas y otras 16 probables, una de ellas es introducida (la trucha, *Oncorhynchus mykiss*) y probablemente una esté ya extinta localmente (*Prochilodus labeo*).

Anfibios

Veintisiete (27) especies de anfibios (dos más por confirmar). Una especie es endémica del AP (*Phrynopus laplakai*).

Reptiles

Veintinueve (29) especies de reptiles (una más probable). De estas, 20 especies son serpientes, cinco de las cuales son peligrosas por su veneno. Ocho especies de lagartijas y un anfisbaénido ("cutuchi"). Una especie en CITES II (*Boa constrictor*), la cual fue avistada por el Sr. Fernando Guerra.

Aves

Cuatrocientos cincuenta y cinco (455) especies de aves, que es el grupo de vertebrados más rico en especies. Ocho especies son psitácidos, los cuales son acusados de causar daño a los cultivos. Se incluyen 21 especies de rapaces diurnas y ocho de rapaces nocturnas y una especie endémica de Bolivia (*Grallaria erythrotis*). En CITES I aparece la *Vultur gryphus*, en CITES II tenemos dos Falconiformes, el tunqui (*Rupicola peruviana*), 11 colibríes (*Trochilidae*), un strigiforme (*Otus albugularis*), cinco loros (*Psittacidae*).

Mamíferos

Ochenta y cinco (85) especies de mamíferos, de las cuales siete son felinos (uno registrado por primera vez para Bolivia en AP) y un total de 15 son carnívoros (sin contar *Panthera onca*, que si alguna vez estuvo en el AP, está casi con seguridad extinto). El grupo más numeroso al momento es el de los murciélagos, con 21 especies (una sola especie hematófaga, *Desmodus rotundus*). Seis especies de mamíferos del AP están incluidas en CITES I (cinco carnívoros y un cérvido), mientras que nueve especies están en CITES II. Al revisar las listas para el plan de manejo, la lista oficial de mamíferos aumentó de 64 a 85 especies, de las cuales cuatro son nuevas especies para la ciencia, y una probable nueva especie.

Invertebrados

Si bien el conocimiento sobre invertebrados es aún incipiente, se han registrado 16 especies de Coleópteros y 529 especies de mariposas diurnas (con las especies aún sin identificar se tendrán más de 700 especies sólo para la zona aledaña a Chairo). Se estima que la mayor riqueza comparativa de especies estará en los Lepidópteros, dentro los cuales están además muchas especies potencialmente comercializables.

Con excepción de los grupos de peces y anfibios (probablemente el mejor conocido), que parecen no presentar

3 Diversidad beta: Es la diversidad de hábitats. Por ejemplo, una alta diversidad beta se encuentra cuando hay diferentes hábitats (como la presencia contigua de un bosque seco y un pantano) en una corta distancia (Robison et. al., 2002).

4 Diversidad alfa: Es la riqueza de especies dentro de un hábitat; por ejemplo en algunos bosques amazónicos se habla de alta diversidad alfa (Robison et. al., 2002).

mucha riqueza específica en el AP, la fauna del PN-ANMI Cotapata es muy rica en especies.

Como ejemplo se tiene el grupo de aves, el segundo grupo más estudiado en el AP (aunque con seguridad faltan registrar más especies): Con una extensión equivalente al 3,3% y un rango altitudinal menos amplio que del PN-ANMI Madidi (200 - 6000 m vs. 1000 - 5900 msnm), el PN-ANMI Cotapata tiene registradas más del 40% de las aves que se estima existen en el PN-ANMI Madidi, el cual alberga un 90% de las especies de Bolivia y se conoce por ser uno de los más diversos del planeta.

Las especies que se consideran más amenazadas dentro del AP son: taruka (*Hippocamelus antisensis*), perrito de río (*Lutra longicaudis*), jucumari (*Tremarctos ornatus*) y en menor grado están el puma (*Puma concolor*) y el cóndor (*Vultur gryphus*).

9. Discusión

Análisis social y principales amenazas al AP

Como se había mencionado, el AP Cotapata es un "Área Protegida con gente", y es justamente esta presencia humana, la que incide o "presiona" sobre el ecosistema, llegando en muchos casos a impactar negativamente sobre sus recursos.

El trabajo de campo determinó ciertos hallazgos importantes, como los siguientes:

Turismo

- Por la proximidad a la ciudad de La Paz, el AP y sus atractivos naturales y paisajísticos son fácilmente accesibles, gracias a la nueva carretera; además, la población de Coroico, con su constante flujo turístico, tanto nacional como internacional, actúa como centro de distribución.

- Toda el AP ha sido, históricamente, lugar de paso y vía de comunicación entre las zonas altas y bajas. Por lo tanto existe

gran cantidad de vestigios de épocas pre- y post-hispánicas, siendo fácil encontrar ruinas, chullpas, y caminos empedrados en cada rincón del AP.

- Por su clima, su posición geográfica y su topografía, presenta una gran riqueza en cuanto a biodiversidad y paisajes, complementando los atractivos del AP.

- Tanto Coroico como el camino del Choro son dos destinos ya posicionados y conocidos en el mercado internacional, y cuentan con un flujo de turistas permanente.

- Algunas comunidades tienen relación con el turismo desde hace años, lo que facilita el desarrollo de nuevos productos y su organización para operarlos (especialmente las comunidades afrobolivianas).

- La bajada en bicicleta desde la Cumbre hasta Yolosa es uno de los productos de turismo de aventura de mayor demanda actual en el mercado (se la llegó a denominar la death road o ruta de la muerte). Al pasar por la carretera, límite del AP, y principalmente, si se decide extender los límites más allá de la carretera, este producto será el "gancho", para atraer nueva demanda hacia el área y puede convertirse en uno de los principales aportes a la generación de recursos económicos para el AP.

Otro de los atractivos es la excursión por el camino del Inca o El Choro, que todo el año atrae visitantes nacionales y extranjeros, y a su paso deja dividendos para las comunidades que apoyan esa ruta turística.

En el análisis del potencial turístico del AP, se identificaron 43 atractivos en los diferentes sectores, los cuales presentan posibilidades reales de desarrollo como productos turísticos.

Son varios los impactos ambientales producto del turismo, entre los que podemos mencionar, la generación e inadecuada disposición de basura, cambio

del usos de suelo y categorías de manejo, alteración paisajística y cultural con la construcción de viviendas de ladrillo y techos de calamina, sobre-pisoteo de la ruta del inca (camino empedrado precolombino que muestra impactos de hundimientos y deterioro de vías), y, también se reportan caza y pesca furtiva.

"Chaqueos" e incendios

Aunque la superficie directamente utilizada para la actividad agropecuaria es relativamente reducida, las prácticas utilizadas y una posible expansión poco planificada de las mismas implicarían un cierto grado de amenaza para la integridad del área, especialmente la vegetación natural.

Asimismo, estas quemadas estacionales tienen impactos negativos sobre la fauna por la destrucción de sus hábitats y por el humo y las altas temperaturas que se generan. Esta problemática se observa también en el páramo yungueño, donde los cambios florísticos producidos por las quemadas provocan cambios en el régimen hídrico y la erosión de los suelos (Ribera, 1995b).

Explotación minera

Al igual que en temas de energía hidroeléctrica, el PN-ANMI Cotapata y su zona de influencia tienen un potencial intrínseco para la minería. Por ejemplo, Ahfeld (1972) lo incluye dentro de lo que él llama "la provincia estañífera". Estos yacimientos están relacionados con los plutones graníticos de la Cordillera Real (Ahfeld, 1972). En el caso del AP están relacionados a los plutones de Huayna Potosí, Zongo y Mururata

Aparte de las minas que han funcionado dentro y fuera del AP, y que se analizarán a continuación, se han detectado, dentro del AP, yacimientos de estaño, bismutita, plomo, zinc, plata, biotita, muscovita y yacimientos de oro y wólfam más allá de los que están asociados con minas

oficialmente registradas (SGB-Swedish Geological, 1994; 1995).

La mayoría de los mineros viven en La Paz o en El Alto e ingresan al área para períodos de algunas semanas. Las minas ubicadas en las tierras altas explotan oro de veta (roca primaria), mientras que en las tierras bajas "barranquilleros" extraen oro del lecho de los ríos.

Un análisis de la concentración de mercurio de los ríos Chairó y Huarinilla realizado en 1996 llegó a valores de hasta 400 veces más altos que los límites establecidos por la OMS (Quiroga Veizaga, 1996).

Finalmente, hay que agregar que, como se ha mencionado, el AP siempre estará asociada con el corredor de transporte, entonces habrá demanda para extracción de áridos (grava, piedras y arena) que igualmente, causan fuertes impactos, especialmente en los ríos y cerros aledaños.

Actividad cocalera

Uno de los problemas que más preocupación causa es el avance de la frontera cocalera. Al ser esta una actividad altamente impactante en el suelo, la vegetación, el agua y el clima en general, tanto por sus particularidades de producción como por sus características mismas de la planta, hacen que esta actividad se convierta en una real y potencial amenaza, convirtiéndose –y sin el afán de exagerar– en una depredadora del ecosistema.

Los modos de producción de la hoja de coca son de alto impacto ambiental. Primeramente, se realizan los desmontes del bosque natural, posteriormente se quema o "chaquea". Después de esta quema viene la remoción y limpieza de las maderas y materiales quemados, y el suelo queda completamente desnudo. Las labores cocaleras continúan con la desestructuración total del suelo, es decir se prepara unas platabandas de unos 80 cm de alto por 60 de profundidad (una especie de adobes en surcos) que

remplazan a los surcos que se hacen para cualquier otro cultivo. Estas platabandas a manera de terrazas son realizadas con unas palas especiales que se van golpeando a estas estructuras para darles su forma correspondiente.

Las fuertes pendientes que se escogen para la actividad cocalera aceleran en gran manera la degradación de los suelos y el arrastre de sedimentos aguas abajo.

Como se ve el bosque no es, ni en aspecto, menos en cualidades, lo que era antes de la intervención. Con la llegada de las lluvias, por la fuerte pendiente y por la fragilidad de los suelos, una parte de la parcela se bifurca o se desprende, erosionándose totalmente.

Otro de los impactos negativos de la producción de la hoja de coca es su carácter sustituyente y selectivo, lo que lo convierte en un monocultivo, en desmedro de los cultivos frutícolas, cítricos, café, banano y otras, que en otros tiempos eran característicos y principales productos de los Yungas paceño. Eso significa que a estos productos nadie les da atención y no les interesa producirlos; han quedado totalmente relegados y casi sin valor para la economía yungueña. (Gran parte de las frutas son llevadas a los Yungas desde otras zonas como ser el Chapare, pasando por el mercado de La Paz o El Alto y distribuidos en pequeños camiones a las poblaciones Yungueñas, el plátano postre, comestible, yuca y arroz salen de las zonas de Caranavi y Alto Beni).

El movimiento de personas y vehículos por la ruta Cotapata-Santa Bárbara

Otro de los problemas que enfrenta el AP Cotapata es el intenso movimiento de personas (más de 1200 al día), vehículos de todas clase y tonelaje (300 3n promedio al día), el ingente y permanente traslado de madera hacia la ciudad de La Paz y El Alto; y de igual forma, los enormes cargamentos de mercaderías, combustible y maquinaria

pesada que se dirigen Yungas adentro, cada día; así como también la presencia cada vez mayor de asentamientos poblacionales, comunidades, campamentos mineros, campamentos de servicios de caminos y otras aglomeraciones humanas, que paulatinamente se van consolidando a los largo y ancho de esta área protegida, y aprovechando la presencia de la nueva carretera Cotapata-Santa Bárbara, que cruza necesariamente a través del parque nacional, y van acompañados de diversas actividades económicas, desde las extractivas (mineras, extracción de piedras y arenas), agrícolas, ganaderas, turismo, hasta las de producción de coca

Asimismo, en la carretera nueva se han establecidos tres lavaderos de vehículos, que trabajan todo el día, utilizando ingentes cantidades de agua y vertiendo aguas sucias a las cunetas y áreas verdes próximas al camino.

Las implicaciones que tiene este movimiento de personas y vehículos radican en los siguientes aspectos.

- Acumulación de ingentes cantidades de basura.
- Vertidos líquidos y desechos inorgánicos.
- Contaminación por lubricantes, diésel y gasolina.
- Impactos de ruido (especialmente nocturno) con el correspondiente impacto para la fauna.
- Desperdicios orgánicos e inorgánicos como resultado de los camiones varados por defectos de funcionamiento del motor.
- Deterioro fuerte y permanente de la capa asfáltica y las estructuras de los puentes, debido a transporte de alto tonelaje (sin ningún control de la ABC) y su constante "maquillaje" de hoyos, baches y rajaduras con la utilización de alquitrán y otros derivados del petróleo.

Si hay algo que rescatar de este

movimiento es que el AP Cotapata se convierte en un lugar "de paso", y son una minoría de personas, las que se quedan en el Parque, o allí viven, o tienen alguna actividad económica. Las localidades más densamente pobladas son Coroico, Pacallo y Chairó.

Conclusiones

Estado de situación del PNANMI Cotapata y proyecciones futuras

En sí, la mayor amenaza que se plantea para el área protegida está directamente relacionada con el aumento de la presión humana a raíz de las mejoras en la accesibilidad al territorio como consecuencia de la apertura de la nueva infraestructura vial y los caminos secundarios. Asimismo, hay que señalar que esta amenaza está estrechamente relacionada con la falta de claridad respecto a la tenencia de la tierra en esta zona y la consiguiente llegada de colonos y especuladores de tierras. La apertura de la nueva carretera ya generó un incremento notable en el precio de los terrenos en la parte baja del área protegida para la construcción de residencias secundarias (Trópico, 1999), y se estarían realizando importantes operaciones inmobiliarias de dudosa legalidad en toda la zona.

La nueva carretera Cotapata – Santa Bárbara no se tenía que construir por el trazo que hoy se tiene; los resultados del estudio técnico, económico, social y ambiental han sido completamente negativos, por lo que nunca debería darse viabilidad a la construcción de esta carretera, a consecuencia de ello el AP Cotapata ha quedado dividido en dos partes, con todo el impacto ambiental que esto conlleva.

Desde el tramo Cotapata hasta Santa Bárbara hay solamente 48,7 km., dos túneles y lo que más llama la atención es que posee más de 90 puentes en ese corto recorrido (prácticamente está construido

sobre puentes), y demoró su construcción más de 10 años, siendo considerada una de las carreteras más caras del mundo. Hoy en día, a más de 15 años de funcionamiento de esta carretera, la situación en todo su trayecto y en gran parte del AP ha sido seriamente modificada, muchas poblaciones se han ido estableciendo en su trayecto, actividades de comercio y servicios, como por ejemplo los lavaderos de autos, principalmente de vehículos pesados, venta de productos, como miel de abeja, plátanos, café y otros (en pequeñas tiendas al paso), casas de recreación "de fines de semana", nuevos senderos y caminos secundarios para transportar coca y otros productos o para ingresar a minas, (como el caso de la mina la Candelaria a la altura del km 72, en Siñari), venta de comidas y productos alimenticios. En la parte baja cerca al puente Elena se ha establecido dos poblaciones Arapata y Chitía, justamente en esta última se encuentra la oficina del Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) -Cotapata, donde trabajan dos guardaparques, el director y uno de apoyo logístico y contable. En entrevista con estos personeros se ha podido evidenciar que el rol del SERNAP es totalmente imperceptible y no ejercen control sobre los avances de la frontera cocalera, la actividad minera, los chaqueos, la extracción de áridos, las construcciones en aires de río, la apertura de caminos y senderos, el aplanado de tierras en terrazas aluviales y coluviales, etc. Por lo tanto no se puede contar con el cumplimiento de la normativa de administración y manejo de parques y áreas naturales y tampoco con la ley ambiental.

Si sumamos a esta situación el Cambio Climático, que está aconteciendo a nivel planetario, los incrementos de temperatura y las variaciones en los parámetros meteorológicos y los indicadores de vulnerabilidad de los ecosistemas, podemos deducir que estos acentuarán aún más las condiciones negativas del estado

natural de AP Cotapata.

Este escenario pondría seriamente en riesgo la categoría de un Parque Nacional y más aún de un Área Natural de Manejo Integrado. Si bien el término de Manejo Integrado involucra actividades productivas y de servicios, estos deberían estar en armonía con el uso de la tierra y la capacidad de carga, no debería causar impactos ambientales, y la estructura y cualidades de sus ecosistemas deberían mantenerse intactos, por ende el paisaje no tendría que cambiar, puesto que es uno de los principales atractivos del ANMI Cotapata.

En resumen podemos señalar que en las próximas una o décadas el estado del PNANMI Cotapata podría presentar las siguientes características:

1. El clima se modificaría sustancialmente, llegando a presentar periodos de sequía prolongados. Se produciría una mayor amplitud térmica día/noche; así como, las variaciones estacionales se verían modificadas de un año a otro. En general las temperaturas mínimas y máximas se verían claramente acentuadas, y, el clima sería más caluroso en verano y más frío en invierno.
2. El régimen pluviométrico disminuiría, tanto estacional como temporalmente, a causa de la pérdida de vegetación y disminución de la evapotranspiración; tornándose en ambientes secos y calurosos.
3. Los suelos se verán muy erosionados, con casi inexistente materia orgánica. Los desbosques y la quema, así como, el monocultivo de la coca, influenciarán en la remoción y pérdida de los nutrientes. Sumados a esta situación se observará la fuerte degradación de suelos (lavados, lixiviados, derrumbes, etc.), debido a las pronunciadas pendientes que presenta la mayor parte de la zona del Parque.
4. La pérdida de biodiversidad, tanto especies animales y vegetales, puede reducirse a más de la mitad de lo que actualmente se tiene. Muchas desaparecerán a consecuencia de los efectos de la sobreexplotación de los recursos, el inadecuado manejo y el avance de los asentamientos y actividades humanas.
5. La belleza paisajística y natural se verá fuertemente alterada por la expansión descontrolada de poblaciones (tanto migrantes como propios del lugar) y actividades de distinta índole (comercio, servicios, explotación de recursos, alteración en el uso de suelo, caza, pesca, minería y principalmente actividad cocalera).
6. La contaminación de las aguas será otra de las consecuencias, principalmente por la minería y uso doméstico inadecuado, así como vertidos de basura y líquidos de desagüe sanitario.
7. La cantidad de los recursos hídricos, superficiales y subterráneos pueden verse fuertemente alterados, tanto por el cambio de clima (elevadas temperaturas y alteraciones en el régimen pluviométrico), como por las canalizaciones y acopios para uso doméstico, minero y riego agrícola (cocalero).
8. La producción de frutas, cítricos y café disminuirá en más del 70%, debido al principalmente

al cambio en el clima y el poco incentivo en el precio de estos productos con relación a la coca.

9. La carretera principal Cotapata-Santa Bárbara y Quiquibey-Ixiamas, se tornarán en una troncal de flujo permanente y de constante fluido de vehículos y personas, demandando permanentes arreglos y mantenimientos de sus puentes y estructuras civiles. Este flujo presionará más aun el frágil sistema natural del Parque Cotapata.
10. Si bien el flujo turístico genera importantes ingresos económicos (principalmente para particulares), su impacto en la naturaleza será muy severo. El turismo demandará ampliar la oferta hotelera, los paseos y rutas de caminatas, el uso de caídas de montaña, deporte en ríos, etc., para lo cual se sobreexplotará los recursos naturales, la generación de residuos sólidos y líquidos también serán importantes.
11. Otra de las consecuencias puede estar relacionada con la vulnerabilidad de la salud pública, puesto que la contaminación del agua incidirá directamente. También se incrementarán los mosquitos, zancudos, tábanos y otras especies, convirtiéndose muchas de ellas, en vectores de transmisión de enfermedades (chukungunia, malaria, dengue, tifus, entre otras).
12. Las instituciones destinadas a la Conservación, Manejo de los Recursos Naturales y Políticas Ambientales se verán restringidas en su rol y participación, debido a la fuerte presión de los diversos sectores sociales y la supremacía de la defensa de la hoja de coca.

Recomendaciones

El PNANMI Cotapata es un ecosistema frágil, vulnerable a impactos externos e internos y es de prioridad su conservación y manejo sostenible de sus recursos naturales.

Si bien se tiene el Plan de Manejo del PNANMI Cotapata (2005), es necesario trabajar en un Plan de Ordenamiento Turístico, donde debería contemplarse los siguientes aspectos:

- El mejoramiento de los servicios turísticos a lo largo del camino del Choro, Death Road, así como en Pacallo, Huarinilla, Coroico; Suapi y Chairó.
- La implementación de un programa de manejo de la basura mediante la instalación de vertederos en cada comunidad y la instalación de letreros informativos.
- La capacitación de guías turísticos.
- Coordinar con las agencias de turismo para reglamentar sus actividades y fortalecer las ofertas turísticas.

Además de estas acciones también se deberá trabajar en:

- Incentivar programas de Educación Ambiental, así como, de investigación científica multidisciplinaria y difundir los resultados de los estudios científicos y proyectos llevados a cabo por la Estación Biológica Tunquini (EBT).
- Establecer puestos de guardaparques en cada una de las cuencas que conforman el AP.
- Desarrollar programas, tanto radiales como televisivos e impresos, de difusión y educación enfocados a concientizar, cuidar y mantener los recursos naturales del PNANMI Cotapata.
- El Gobierno Municipal de Coroico conjuntamente con los demás gobiernos municipales deberán trabajar de forma coordinada con el SERNAP- Cotapata

en hacer cumplir lo que dispone la Ley Medioambiental y el Reglamento Nacional de Áreas Protegidas, así como el Plan de Manejo del PNANMI Cotapata.

- La dirección del AP y el SERNAP deben participar activamente en el proceso de evaluación de impacto ambiental de todas las actividades que se realizan dentro del Parque.

BIBLIOGRAFIA

Aramayo, J. (1998). Identificación de amenazas en las áreas protegidas del SNAP. SERNAP

ARD. (2002). La estrategia de USAID/ Bolivia 2004-2009. Análisis de Bolivia de bosques tropicales y la diversidad biológica. USAID. 72 pp.

Bach, K., M. Schawe, S. Beck, G. Gerold, S. Gradstein y M. Moraes. (2003). Vegetación, suelos y clima en los diferentes pisos altitudinales de bosques montañosos de Yungas (Bolivia). *Ecología en Bolivia* 38(1): 3-14.

BOLINVEST (2005). Estudio de ventajas comparativas para productos de manejo sostenible de los recursos naturales en el PN y ANMI Cotapata. La Paz, 185 pp., Informe inédito del Programa BIAP - SERNAP.

Bruijnzeel, L. y L. Hamilton (2001). Tiempo decisivo para las selvas de neblina. IHP Humid Tropics Programme Series N°13, DFID, UNESCO International Hydrological Programme, IUCN. 41 pp.

Calle, S. (1998): Diagnóstico Climatológico de los Yungas de La Paz. Proyecto de grado para optar a la Licenciatura en Ingeniería Geográfica, Facultad de Ciencias Geológicas, Carrera de Ingeniería Geográfica, Universidad Mayor de San Andrés, 129 pp.

Camacho, C. (2017). Estudio socio-

ambiental del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata (PNANMI-Cotapata). Presente y futuro. Instituto de Investigación de la carrera de Ingeniería Ambiental de la UPEA.

Espejo P. 2011. Zongo: un viaje maravilloso. Recopilado en internet como: En Zongo PDF.

ParksWatch. (2005). Diagnóstico del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata", Serie de Perfiles de Parques La Paz (Bolivia), ParksWatch - Bolivia, 66 pp.

Publicación en web. http://www.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/conp_spa.pdf

Programa BIAP (2005): Plan de Manejo del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Cotapata. La Paz (Bolivia), Servicio Nacional de Área Protegidas, 350 pp.

Disponible en la Web. <http://www.uam.es/cotapata/panmic>

<http://www.coca.y.afrobolivianos>.

Reconstrucción Virtual Arqueológica Arquitectónica, Centro Ceremonial Khonko Wancane Cultura Tiahuanacota

Archaeological Architectural Reconstruction Ceremonial Center Khonko Wancane Culture Tiahuanacota

*Flores Tarqui Santos Sebastián
Zarco Carrillo Tomas Inocencio
Arquitectura. Universidad "UPEA"*

RESUMEN

En el municipio Jesús de Machaca, Provincia Ingavi, departamento de La Paz - Bolivia, se encuentra el CENTRO CEREMONIAL KHONKO WANCANE, relacionado a la cultura Tiahuanacota. Sus Ruinas son poco visitadas y se constituye en un patrimonio cultural ancestral. Aun se preservan símbolos en los monolitos tallados, restos de viviendas con formas circulares y rectangulares, entre otras, también se aprecia tres niveles de terreno. La intención de esta propuesta es la reconstrucción virtual arquitectónica de este centro ceremonial, que visualice sus formas originales y los usos que se les daban. Para el levantamiento de medidas se utilizó GPS, imágenes satelitales, software específico y entrevistas a los comunarios. Cuyos resultados, arriban en imágenes donde se muestra las diferentes posiciones de los templos, espacio ceremonial, astronómico, viviendas rectangulares y circulares, baños públicos individuales y colectivos, lo más sobresaliente, la similitud con arquitectura tiahuanacota.

Palabras Claves: Arquitectura, Arqueología, Reconstrucción, virtual, Cultura.

ABSTRACT

In the municipality Jesús de Machaca, Province Ingavi, department of La Paz - Bolivia, is the CEREMONIAL CENTER KHONKO WANCANE, related to the Tiahuanacota culture. Its Ruins are little visited and it is an ancestral cultural heritage. Even symbols are preserved in the carved monoliths, remains of houses with circular and rectangular shapes, among others, also three levels of land can be seen. The intention of this proposal is the virtual architectural reconstruction of this ceremonial center, which visualizes its original forms and the uses that were given to them. For the measurement of measurements, GPS, satellite images, specific software and interviews with the community members were used. Whose results, arrive in images where the different positions of the shrines, ceremonial space, astronomical, rectangular and circular dwellings, individual and collective public baths, the most outstanding, the similarity with Tiahuanacota architecture are shown.

Keywords: Architecture, Archeology, Reconstruction, virtual, Culture

Introducción

KHONKHO - WANKANE está situado en el departamento de La Paz provincia INGAVI, en el municipio de Jesús de Machaca. Se cree que fue habitada el año 1100 d.c. Es un sitio arqueológico, superficie aproximada de 7 Ha., a 3897 m.s.n.m. y a 31.8 km del Lago Titicaca, orientado a $16^{\circ}47'34.54''S$ y $68^{\circ}39'26.47''O$. Se ubica a 62.4 km de La Paz, a 17.6 km, al Este de la ciudad de Jesús de Machaca. (Fuente Autonomía indígena originario campesina).



Figura 1. Ubicación KHONKHO – WANKANE Fuente googleheart

En la Figura 2. Se muestra la ubicación de su arquitectura: a) templo hundido, b) Área residencial c) plaza d) monolitos.

El área residencial tienen dimensiones de 50 m x 54 m, con patios subterráneos de forma trapezoidal con tres entradas y una escalera principal que descende en su pared sur, al parecer fue un centro ceremonial, de rituales, por indicios de fragmentos de ladrillos, de tierra cocida y huesos de camélidos astillados y fragmentos de vasos de cerámica que fueron enterrados.

Esto refleja cómo vivieron los antepasados y su reconstrucción virtual aplicada en este estudio provee un panorama casi real de la arquitectura ancestral.

2. Sitio de Intervención

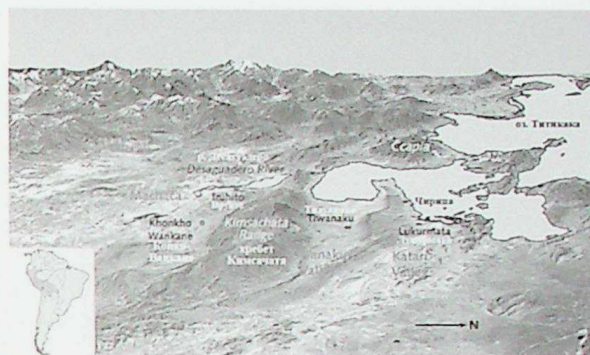


Figura 2. Jinchunkala, mostrando una vista general y detalle de su parte posterior (fotos de Wolfgang Schüler)

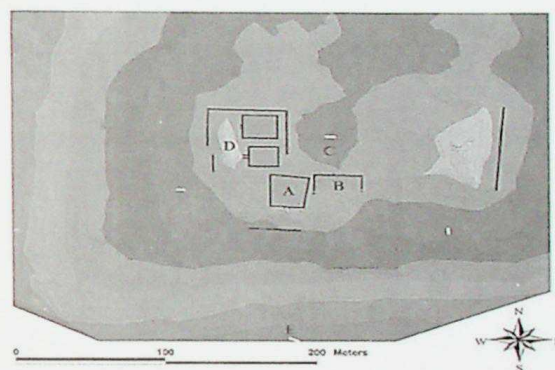


Figura 3. Croquis del lugar fuente Museo de Tiahuanacu

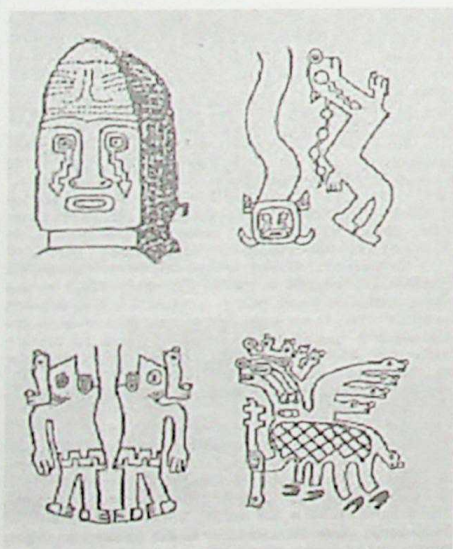
Antes de pasar a la reconstrucción arquitectónica, presentamos una noción de la propia cultura y alguna descripción de su iconografía y la estatura aproximada de un originario.

En la figura tres, se observa los monolitos de pie con distintos símbolos en la **Iconografía**, se identifica imágenes zoomorfas, que reflejaban el cosmos, el espacio-tiempo. Un dato curioso, se logró identificar el módulo de 3.2 que hace referencia al número PI y a la medida del hombre andino que tiene una estatura de promedio de 1.60m de altura si tomamos la quinta parte tenemos 0.32m, que será el modulo aproximado.



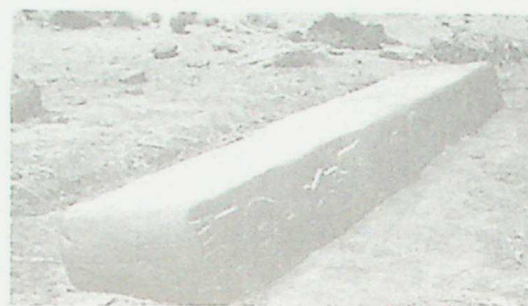
Figura 4. Medida del hombre andino elaboración propia

Los tallados en piedra arenisca (monolitos) se caracterizan por el tallado hecho con alto y bajo relieve, la posición de las manos dirigida una al pecho y la otra al vientre en forma de X, y adornados con serpientes onduladas a sus costados. Monolitos de este tipo existen en cultura de Tiahuanaco



DETALLES DE LOS MONOLITOS DE HUANCANE, en Jesús de Machaca. Según Maks Portugal. Advértase la figura felínica y sus apéndices de discos, que se relacionan con el Tiahuanaco Antiguo y Recuay. La última figura es una llama, por sus pies partidos.

en el gobierno autónomo de Jesús de Machaca (wankané) año 2016.



MONOLITO HINCHUN-KALA, de Jesús de Machaca, Huancané. (Según Maks Portugal Zamora). En la zona hay otros tres valiosos monolitos, probablemente un poco anteriores a la época Clásica.

Figura 5. Forma de los monolitos fuente según Maks Portugal

Los MONOLITOS en su tallado y forma antropomórfica, tienen los mismos elementos de otros lugares similares: manos unidas en el centro, la forma del «H», dos figuras iguales frente a frente, lo mas distinguible es la figura de Puma, símbolo indiscutible de la cultura Tiahuanacota.



También se observa la cabeza y la cola con la figura de un puma, rodeado por figuras de Suchis o peces del lago Titicaca. (figura 6).



Figura 6. Tallado de los monolitos fotografía propia



Por otro lado la serpiente en íconos de los monolitos con cabezas de Pumas representan los ríos.

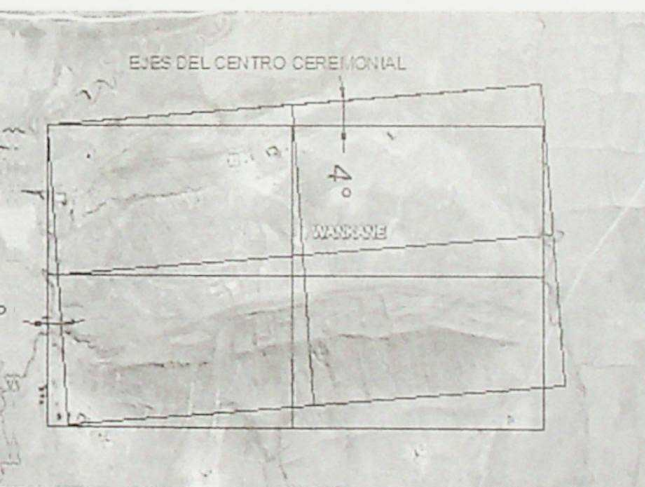
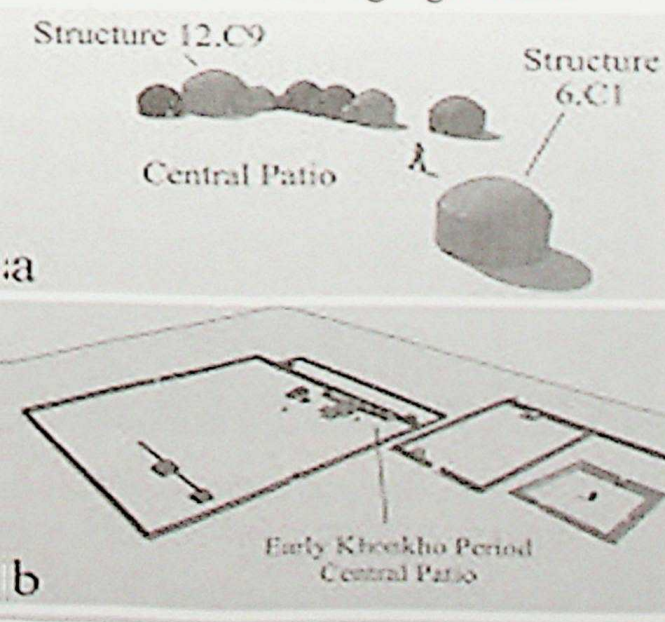


Figura 7. Significado de pumas Fuente museo de wankane google heart.



2.2. Periodos arqueológicos y arquitectónicos

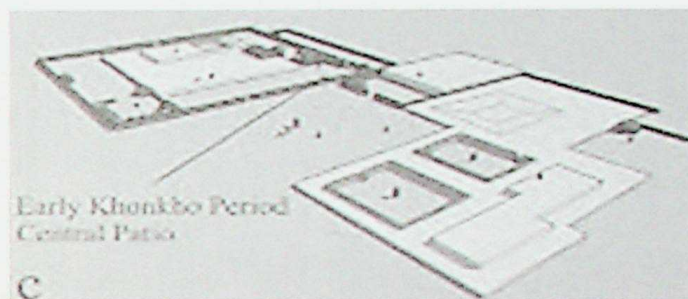


Figura 8. Los montículos según Maks Portugal

En el área se aprecian dos montículos rodeados por varios montículos más pequeños. El montículo principal Wankane, es una plataforma sobre una loma natural. Estos montículos fueron habitados, probablemente, desde el 200 a.C. hasta 400 d.C. En este periodo los pobladores de Wankane hicieron Profundas transformaciones en su organización social, sus ideales, valores, hábitos y visión de su futuro. (Fuente: Wikipedia - Status: checked cultura_Tiahuanacu).

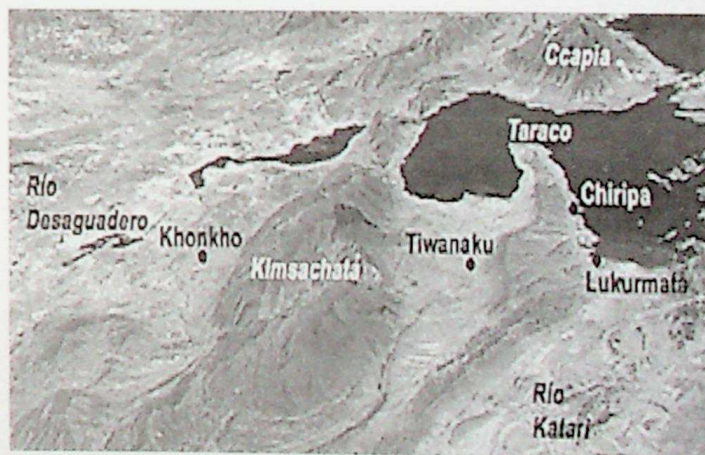


Figura 9. Relación con sitios arqueológicos fotografía IGM Instituto Geográfico Militar.

2.3. Análisis del lecho arquitectónico-arqueológico

Las viviendas en ruinas son de forma circular trapezoidal, como se edificaba en

la cultura wancarani, anterior a la cultura tiahuanacota, con espacios rectangulares que representaba puntos de encuentro entre personas y los astros.

En el centro del asentamiento existe un canal subterráneo, trabajado con piedras angulares en las paredes y largos bloques transversalmente dispuestos a modo de techo. Las dimensiones del canal son de 55 centímetros de ancho en la base, 45 cm a la altura del techo, 70 cm de la base al techo y sobrepasan los cien metros de largo que se dirigen hacia el sur del montículo. (Fuente: Wikipedia - Status: checked cultura tiahuanaco)

En el lugar se encuentran cinco monolitos: el Wila Kala (piedra roja) erigido en la ladera Sureste, Jinchun Kala (piedra con orejas) parado al Sur, los dos bloques parados en la ladera Oeste y el Tata Kala que se halla tendido en la parte central del montículo, es la más grande con una longitud de 5.20 m. (Fuente: Wikipedia - Status: checked arquitectura-tiahuanaco).

También se encontró en la superficie fragmentos de cerámica, ósea y lítica.

Al parecer fue un centro ceremonial astronómico considerada como uno de los más grandes, como de Asia, Mesoamérica o Egipto, fue un monumento cósmico y un símbolo del poderoso Estado de Tiahuanaco, constituyéndose una zona sagrada por excelencia.

Es uno de los puntos de encuentro de los tres niveles cósmicos: cielo, tierra e inframundo.



DICYT - UPEA

Figura 10. Fotografía propia ingresos a los templos

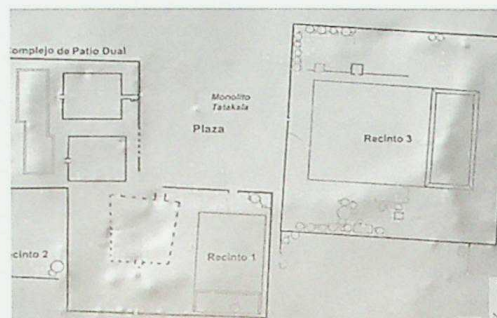


Figura 11. Planos según Maks Portugal google heart



Figura 12. Fotografía Maks Portugal

Las construcciones tienen varias plataformas piramidales altas y bajas, de 800 metros de extensión.



Figura 13. Fotografía propia templo superior del sitio arqueológico

Para apreciar casi con exactitud las formas originales de la arquitectura del **Centro Ceremonial Khonko Wancane**. Este

estudio propone la reconstrucción virtual arquitectónica para justificar, recuperar y valorar sitios arqueológicos de nuestra cultura.

2. Materiales y Métodos

El levantamiento de datos se efectuó en diferentes estaciones del año, además del solsticio. Se encuestó a la población para consensuar su apoyo. Se midió los templos y pirámides con instrumentos de medida GPS. Estación total, Fotografías satelitales para realizar la reconstrucción virtual del centro astronómico Khonko Wankane.

2.1. Diseño de Investigación

La Investigación tuvo diferentes fases:

- Conversaciones con autoridades de la Gobierno Autónomo Municipal Jesús de Machaca y Pobladores.
- Viajes al sitio Arqueológico Khonko Wankane Para el realizar las Mediciones .
- Trabajo en gabinete aplicando programa Auto Cad. Dos y tres dimensiones.
- Presentación de la Reconstrucción Arqueología Arquitectónica a las autoridades y a la comunidad.

3. Resultados

En las gráficas del 14 al 22 se presenta la reconstrucción virtual del Centro Ceremonial -Astronómico khonkho Wankane.



Figura14. Reconstrucción posición Norte
elaboración propia



Figura15: Reconstrucción posición Sur.
Elaboración propia

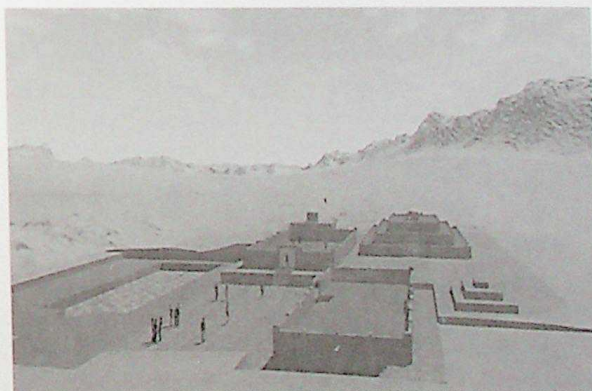


Figura16: Reconstrucción posición Sur
Este, elaboración propia

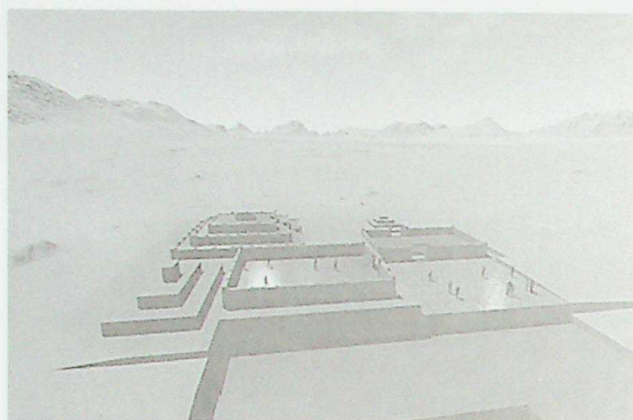


Figura 17: Reconstrucción posición Este elaboración propia

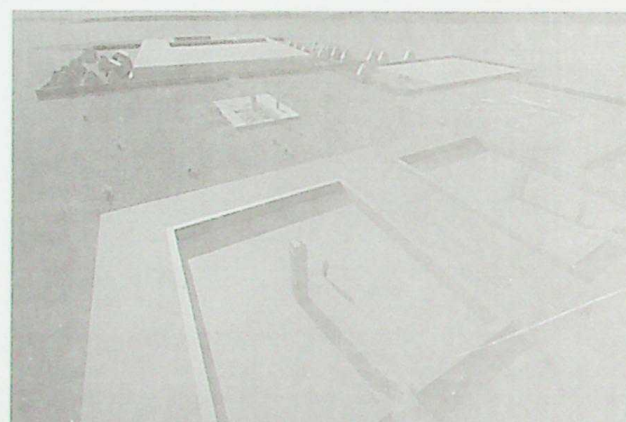


Figura 18: Reconstrucción posición Oeste elaboración propia

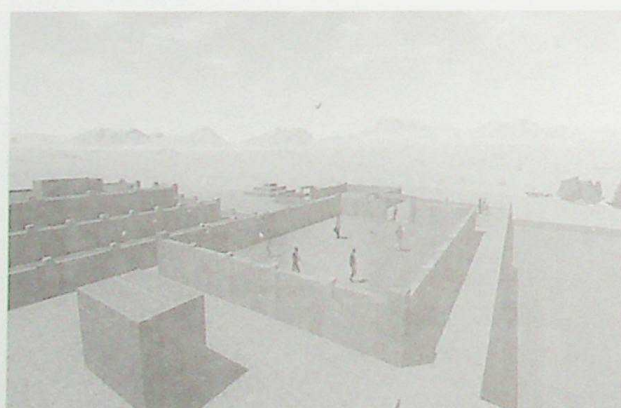


Figura 19: Reconstrucción frontal, elaboración propia



Figura 20: Reconstrucción del templete, elaboración propia



Figura 21: Reconstrucción elaboración propia

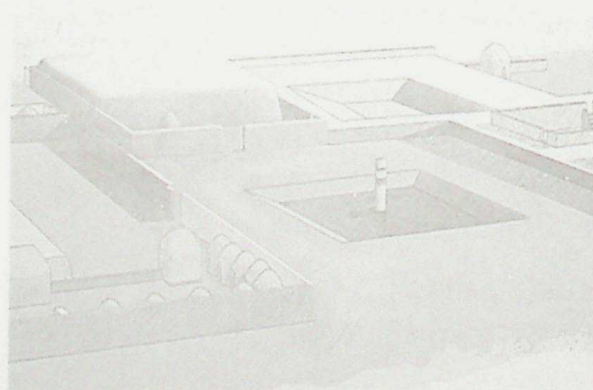


Figura 22: Reconstrucción elaboración propia

Como se puede apreciar, las imágenes son reconstrucciones urbanas, desde la arquitectura arqueológica.

En estas reconstrucciones, se manifiesta los niveles del alaj pácha, aca pacha y el mankaj pacha.

Se evidenció que esta reconstrucción es

similar a la arquitectura tiahuanacota.

Tanto el espacio ceremonial, astronómico como la forma de las viviendas son rectangulares y circulares. También se evidencia que existieron baños públicos o de aseo corporal. Según las referencias consultadas, la materia prima utilizada para estas construcciones es de piedra Arenisca Traída de Kimsa Chata, perteneciente a la misma comunidad.

4. Discusión

Cuestionar la dejadez de autoridades de turno por no priorizar la atención a estas ruinas ancestrales que aun genera conocimiento, y puede aportar al incremento del turismo. **khonkho Wankane**, se constituye en un monumento para el aprendizaje de las relaciones sociales, valores y sabiduría de la naturaleza humana de estos pueblos o imperios ancestrales. Y la revalorización por parte de las nuevas generaciones. para comprender sus orígenes.

Conclusiones

La reconstrucción virtual arquitectónica arqueológica ancestral aporta un mejor entendimiento de los pueblos originarios.

La reconstrucción virtual presentada en las figuras de 13 al 22, es una prueba, que un trabajo en conjunto puede fortalecer trabajos de investigación interdisciplinario junto a las comunidades.

Este trabajo se ejecutó con las autoridades del municipio de Jesús de Machaca del Departamento de La Paz, estudiantes universitarios y la comunidad de Lliki Lliki KhonKo Wankane, y otras personas.

El Centro urbano Ceremonial - Astronómico khonkho Wankane. Según se aprecia en la reconstrucción virtual, existían edificaciones de pirámides escalonadas de cuatro niveles relacionadas con los astros (luna y sol) , templos de dos niveles, templete semisubterráneos, templos funerarios, viviendas circulares y rectangulares, áreas sanitarias de aseo

individual y colectivo, áreas de cultivos en baja y alta pendiente, camellones o suka-kollos, terraseos o takanas.

El parecido con Tiahuanaco en su misma estructura puede llevar a nuevas lecturas de los mismos.

Recomendaciones

La Reconstrucción virtual puede ser una alternativa de solución para recrear las instalaciones en otros predios, para atraer turismo nacional e internacional.

Bibliografía

- Milla Villena Carlos, 1992, Génesis de la Cultura Andina, Edición 5 Editor Wayra Katari.
- Janusek John w, 2002, Centralidad Regional, Ecología religiosa y Complejidad Emergente Durante el Periodo Formativo en la Cuenca del Lago Titicaca Editor Tamara L. Bray.

Web grafía

<http://www.bolivia.com/noticias/autonoticias/detallenoticia38491.asp>
Fecha 1 de octubre de 2016

<http://misteriosconxana.blogspot.com/2016/02/centro-ceremonial-de-khonkho-wankane.html> Fecha 1 de Octubre de 2016

<http://vicuna.ru/index.php/tiwanaku/khonkho-wankane/> Fecha 10 de Octubre de 2016

<http://www.> (Fuente: Wikipedia - Status: checked cultura Tiahuanaco)
Fecha 15 de Octubre de 2016

El Aspecto Verbal del Castellano

(Aporte Teórico)

The Verbal Aspect Of Castilian

(Theoretical Contribution)

Murillo Murillo, María Antonieta

Lingüística, Universidad UPEA

E- mail: doc.maria.antonietta34@gmail.com

RESUMEN

Dentro del sistema verbal del idioma castellano subyacen varios subsistemas: modo, tiempo, voz, aspecto. Esta complejidad está entrelazada en una desinencia verbal de un verbo conjugado. Lo más trabajado y analizado por los gramáticos es tiempo y modo. Soslayando al "Aspecto Verbal" en su verdadera dimensión, por su fuerte carácter semántico. Entonces existe un vacío en las propias gramáticas.. Para el análisis se utiliza el valor diferencial de la teoría de Ferdinand de Saussure, sobre los aportes del autor Alvaro Porto Dapena para construir su teoría. Acuñando términos precisos para su descripción y proponiendo una nueva definición del mismo. Cuyo resultado demuestra que el aspecto verbal tiene una parte externa gramatical y una parte interna altamente semántica, despejándose así, su controversia, largamente debatida por los gramáticos de las diferentes escuelas.

Palabras claves: valor diferencial, contenido de hecho, valor de uso, acuñación, desinencia verbal, carácter semántico, sistema verbal.

ABSTRACT

Underlying the verbal system of the Castilian language are several subsystems: mode, time, voice, aspect. This complexity is interwoven in a verbal ending of a conjugated verb. The most worked and analyzed by the grammarians is time and mode. Avoiding the "Verbal Aspect" in its true dimension, due to its strong semantic nature. Then there is a gap in the grammars themselves .. For the analysis, the **differential value** of the theory of Ferdinand de Saussure, on the contributions of the author Alvaro Porto Dapena to build his theory. Coining precise terms for its description and proposing a new definition of it. Whose result shows that **the verbal aspect** has an external grammatical part and a highly semantic internal part, thus clearing its controversy, long debated by the grammarians of the different schools.

Keywords: differential value, Content made, Value of use, coining, verbal ending, semantic character, verbal system.

Introducción

El aspecto verbal es un tema controvertido para la mayoría de los gramáticos, ya Hernández en 1984 señalaba como una cuestión más debatida y difícil en el verbo, porque la categoría del aspecto está cruzada con la del "tiempo", es decir, no posee un morfema propio, sino uno común para tiempo, modo y aspecto

Por su parte Gómez Torrego (1988) aludía que aún no existía acuerdo definitivo sobre los conceptos de "**aspecto**" y de "**modo de acción**", ni sobre las **clases** en que cada uno de ellos se divide, o qué **tipos de oposiciones** contraen y prefiere eludir la cuestión del tema porque para tal efecto considera necesario dedicar un libro extenso sobre el mismo. Por lo que en este apartado tomamos algunos autores, los más representativos que corresponden a diferentes escuelas para desglosar y analizar el aspecto, inclusive las perífrasis verbales son consideradas por algunos autores como "formas aspectuales".

Para tal afecto analizamos el "aspecto" en forma general de los diferentes gramáticos y sobre la base de Porto Dapena y Saussure" se reordena el aspecto verbal. Vale decir, aplicamos, al aspecto verbal, la teoría de Saussure sobre el "valor diferencial" diseñando una nueva propuesta sobre el análisis del aspecto, con previa redefinición de algunos términos necesarios para nuestro aporte. También se presenta, a grandes rasgos, la evolución que había sufrido el "aspecto" a lo largo de la historia y que posiblemente sea la causa de su polémica.

El estudio está organizado de la siguiente forma: se describe a los gramáticos representativos, comparándolos y presentados en esquemas sus aportes. La segunda su evolución desde las lenguas eslavas, para luego realizar un *reordenamiento propuesta*, argumentando con ejemplos a cada paso y finalmente se presenta un esquema final.

Abordaje del Aspecto verbal

Para un orden lógico y mejor entendimiento, los aportes de los autores están organizados correlativamente desde el año 1973 adelante.

Gramática de la Real Academia Española (GRAE):1973.

El Esbozo de la R. A. E. considera el aspecto de una acción verbal como resultado de una modificación contextual.

"Cuando pueden reforzar o alterar la clase de acción que cada verbo tiene por su significado propio"(1973:460-461).

Comparado con Mendoza, se puede señalar que únicamente toma en cuenta los matices contenidos en la flexión verbal y la relación sintagmática. Por otro lado clasifica los matices de los significados del lexema verbal dentro de las llamadas "clases de acción verbal" y así refiere verbos de 5 tipos: verbos con actos momentáneos (saltar), actos reiterativos (hojear), incoactivos (amanecer), permanentes (querer), desinentes (nacer). Mendoza al respecto expone:

"la información aspectual semánticamente contenida en muchos verbos es equivalente a la expresada a través de recursos flexionales o sintagmáticos y no existe necesidad de usar el nombre genérico de "clases de acción verbal" como si fuera algo diferente" (1992:108).

Aunque 21 años después la RAE del 94 coincidiría con la posición de Mendoza.

Hernández Alonso César: 1984

En opinión de Hernández, los gramáticos no han logrado unanimidad de criterios en definir qué es el aspecto y cuáles son sus límites y, definirá al aspecto en términos de medición de proceso; al respecto señala:

"Se trata de una medición del proceso verbal en el tiempo y que además está en comunicación con el modo significativo de la acción o aktionsart..." (1984:360).

Por lo que distingue entre:

I.- Aspecto y Aktionsart (punto de Vista semántico)

(Sistema **No** cerrado).

II.- Aspecto y Tiempo (punto de vista gramatical)

(Sistema cerrado)

Manifiesto en un morfo.

Para el **1º CASO** esquematizamos su posición:

ASPECTO: Viene a ser la manera como se desarrolla el proceso verbal.

- Los "rasgos" semánticos son:

Perfectivos: Donde la acción necesita lograr su término. (Estos perfectivos se denominan "desinientes" en Bello y "cíclicos" en Bull).

Imperfectivos: Donde la acción no necesita llegar a su término (estos se denominan "Permanentes" en Bello y "No cíclicos en Bull).

Esta clasificación semántica no agota todos los modos significativos de los verbos castellanos.

Aktionsart: Modo significativa de la acción verbal, tiene criterio eminentemente semántico. Esta marcado por los elementos léxicos, contextuales y situacionales.

- **Factor Léxico:** Hace referencia al modo significativo propio del verbo.
- **Factor Contextual:** Todo verbo adquiere nueva significación dentro del contexto, como las de: 1.-completar, 2.-modificar, 3.-cambiar lo que posee.

Es decir el significado, verdadero, real de una palabra es el que adquiere en el decurso.

- **Factor Situacional:** Modifica el

Aktionsar en el decurso, es decir, una cosa es el contenido en el lexema verbal y otra es el que adquiere en la oración.

Para el **2º CASO**, El **aspecto** propiamente está marcado por factores gramaticales, específicamente morfológicos y morfosintácticos que refuerzan o modifican la modalidad de la acción, es un sistema cerrado, manifiesto en un morfema y que aporta un contenido próximo al del modo de acción, en ese sentido se habla de tiempos perfectivos e imperfectivos como variantes de la flexión verbal.

Para este autor, estas categorías cruzadas es la que aporta gran riqueza de contenido al verbo. Pero da más importancia al "tiempo", que al "aspecto" y plantea un sistema flexivo donde diferencia dos subsistemas: Flexivo del No Flexivo.

En el subsistema "flexivo" trata los tiempos perfectivos e imperfectivos como variantes de la flexión verbal. Vale decir, que describe y analiza en aspecto en el pasado, presente y futuro.

Esto se trata nocionalmente en el aspecto flexivo, nivel gramatical).

En el subsistema "No flexivo" tiene presente a las formas "no personales" o "verboides" (infinitivo: comer, gerundio: comiendo, participio: comido) denotando que el aspecto se distingue más nítidamente en estas formas porque no interfiere el tiempo ni la persona. Esto se amplía en el aspecto sintagmático.

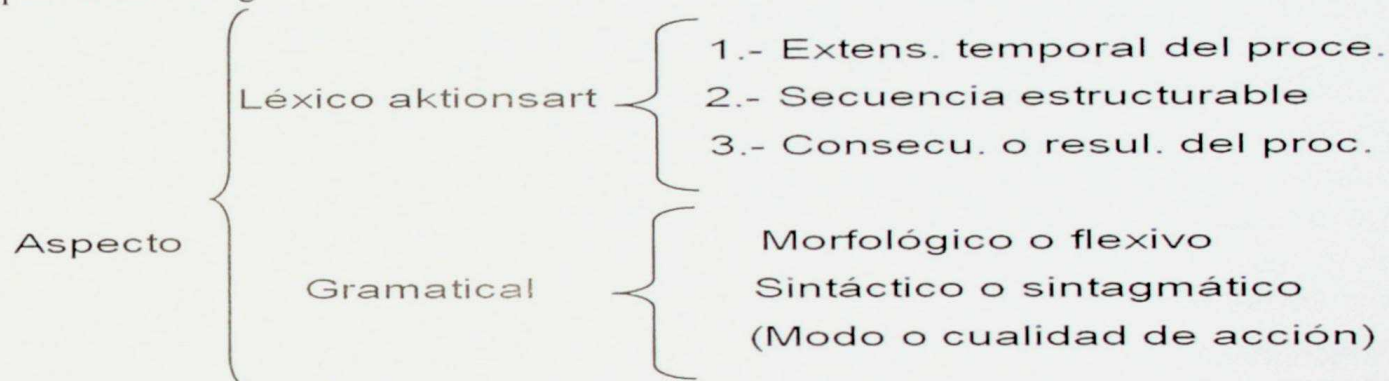
Por otro lado distingue el aspecto en el subjuntivo y el aspecto de las formas compuestas que coinciden con el aspecto sintagmático de Alarcos; aunque discrepa con el flexional porque no cree que el aspecto exprese el término o no término de la acción, porque en tal caso el aspecto coincidiría con el tiempo.

Porto Dapena, Alvaro: 1987.

Porto Dapena aborda el aspecto dentro de

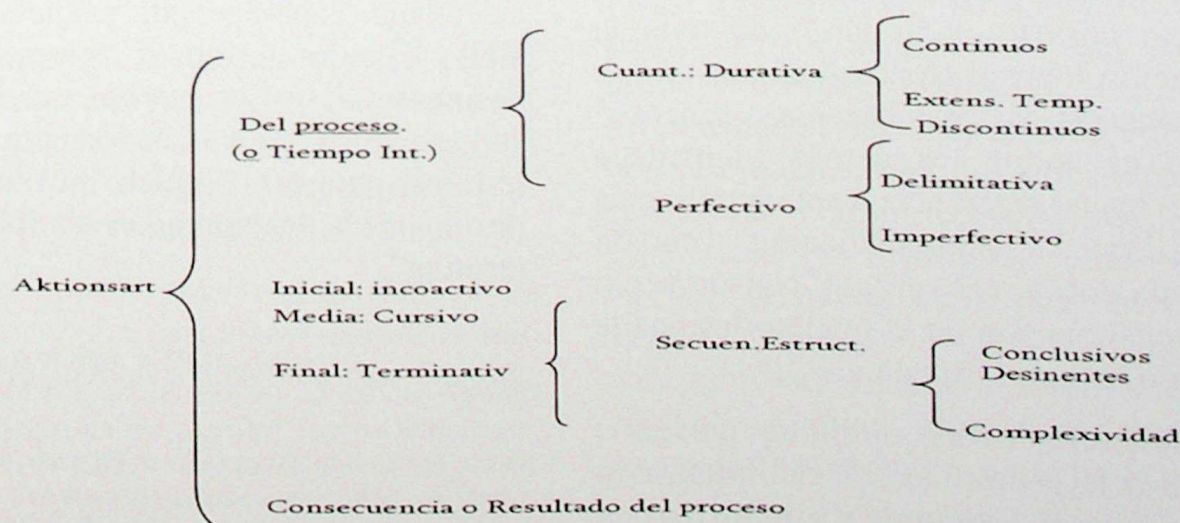
los "tipos de verbos según el aspecto"... El término "aspecto" lo define como "una manera de llevar a cabo la acción o proceso verbal" (1987:32).

Al mismo tiempo denota que el término aspecto se ha tomado de la lingüística eslava, aunque no se interprete de la misma manera, se entiende con un significado más amplio y se encuentra en dos niveles lingüísticos: Léxico y gramatical planteando la siguiente clasificación:



De esta posición sólo desarrolla el referido al léxico. De todos los textos analizados, Porto Dapena es el único, por lo menos el que está a nuestro alcance, que propone **una clasificación semántica del aspecto lexical**, por lo que se constituye en una parte importante en nuestro planteamiento, claro está con las modificaciones y observaciones correspondientes, los cuales se llevan a cabo al final de este apartado.

Clasificación del Aktionsart o aspecto



lexical:

Gramática de la Real Academia Española (RAE) 1994

En la Real Academia española, no existe la intitulación de "aspecto verbal". Para analizar el "aspecto" opone las formas verbales "cantabas/cantaste" donde:

- Cantaste: Perfectivo o puntual, Terminativo (Pretérito en Bello).

- Cantabas: Imperfectivo, durativo, No terminativo (Copretérito en Bello).

Coinciden en el valor modal de indicativo, como en la perspectiva temporal de pretérito. Pero que en el caso de cantabas el sentido imperfectivo es más amplio, no termina por lo que a eso se llama aspecto.

También distingue el aspecto de la noción denotada por la raíz verbal:

Ejm.: **tirar** = es perfectivo (porque al producirse concluye).

vivir = es imperfectivo (porque al iniciarse se prosigue).

Cuando hace referencia a una raíz de significado puntual, señala que los dos morfemas aspectuales son compatibles: Ej. Disparar.

- Con morfema terminativo se manifiesta el cumplimiento de lo designado:

Disparó con puntería.

- Con morfema No terminativo se señala la reiteración indefinida de esta noción:

Disparaba con puntería.

Por lo tanto la "duración o momentaneidad" de la significación de la raíz léxica es independiente de cómo lo enfoca el hablante.

Advertimos que, la G.R.A.E. del 94, ya no diferencia "clase de acción" de "aspecto" como lo hizo en el Esbozo del 73. Para referirse a ambos efectos opone dos formas verbales, desde un punto de vista gramatical donde diferencia los valores de morfemas aspectuales (terminativo/ no terminativo), y valores de la raíz verbal (perfectivo/ imperfectivo/ inceptivo etc.) que son compatibles tanto con raíces durativas o puntuales.

Habría que resaltar en este enfoque, un dato curioso, a lo largo de toda la exposición sobre el aspecto 4 páginas, no se mencionan la palabras "acción o proceso" común en todos los demás gramáticos cuando hacen referencia a este punto, más bien utiliza la palabra "noción" (noción denotada por la raíz verbal y consumación o no consumación de la noción designada por los morfemas aspectuales).

Prescindiendo de otras opiniones podemos resumir a la posibilidad de delimitar, con criterio **formal, funcional y semántico** una

"categoría gramatical" correspondiente al aspecto. Proponiendo una reformulación del mismo. Pero antes consideramos necesario hacer una **retrospección** sobre los orígenes del aspecto y su **evolución**, su aplicación al castellano y a otras lenguas, sus divisiones y su rechazo. Para luego plantear nuestro punto de vista sobre el aspecto.

El Aspecto y su Evolución:

El aspecto, que es una traducción del ruso "**VID**"² tiene sus precedentes en la Gramática Latina, pasa a ocupar un capítulo esencial en el análisis del verbo de las lenguas eslavas y el griego antiguo. La primera división de Perfectividad / imperfectividad que era obligatorio en las lenguas eslavas (donde los verbos poseen dos formas morfológicamente diferenciadas para aludir a la acción indicada como terminada o en desarrollo), pasa a dominios ajenos a ellas, como eran las lenguas románicas y germanas donde se procede a diversas subdivisiones.

Al alemán es introducido por **Agrell** (1908) como *Aktionsart* y *aspect*, significando "modo significativo de la acción", término que será generalizado desde entonces; Así surge "*aktionsart* y *aspect*". También, fue traducido al francés como "aspect y ordre de proces" (aspecto y orden del proceso); al castellano se tradujo como "modo de acción" y "aspecto".

En los estudios gramaticales de la lengua castellana aparece por primera vez en **Bello** bajo los términos: "permanentes y desinientes"³. Los verbos permanentes son aquellos "cuya acción no necesita terminar para ser completa"; en los verbos desinientes la "acción no es completa si no termina".

2 G. Rojo, op. cit. 19, "el aspecto es una noción que procede de las lenguas eslavas y el término es la traducción del ruso *vid*, se refiere a la consideración de la acción, ha sido aplicada a las lenguas clásicas desde Curtius y, posteriormente a los romances".

3 Bello, Gramática Castellana, 1947:220.

Por otro lado, **Holt** desarrolla estas categorías aplicando al Danés, pero fundamentalmente al griego y al inglés⁴ para quien el aspecto expresa el término /no termino de la acción y constituye una categoría de morfemas verbales con reacción homonexual. Esta teoría de Holt, fue aplicada a la conjugación castellana por **Alarcos Llorach**, estableciendo una correlación de tensión y distensión, distinguiendo entre aspecto flexional y aspecto sintagmático. **Pottier** va más allá "extiende la noción de aspecto a otros elementos de la oración como son el sustantivo y el adjetivo"⁵.

Muchos autores (**Lenz, Alonso, Hureña, Bull**) han señalado la dificultad de deslindar tajantemente en dos grupos de verbos, ya que, la significación de ciertos verbos supone necesariamente la terminación, perfección de la acción (llegar, salir, caer, etc.) mientras que el significado de otros verbos no conlleva la idea de término (querer, andar, ir etc.). Inclusive hay quienes culpan a **Jakobson** (1926) de emitir una división, que provocó la no evolución de la teoría aspectual en el castellano por haber considerado al aspecto como una "oposición morfológica absoluta": categoría subjetiva (aspecto) y Categoría Objetiva (modo de acción)⁶.

La **G.R.A.E.** (1973) distingue entre "aspecto y modo de acción" que rige durante 21 años y es la más rigurosa desde el punto de vista de la lingüística actual.

Finalmente en la última versión de la **Gramática de la Real Academia española** (1994) se deshecha los términos "acción y proceso" en el análisis del aspecto y se habla de la "noción" de la raíz verbal.

Como se puede apreciar el aspecto no es propiamente del castellano. Había nacido con otras características en las lenguas

eslavas y griegas, siendo obligatorio su uso en estas lenguas por tener dos morfemas propios y claramente diferenciados. Estos modelos, por llamarlo de alguna manera, más tarde fueron aplicados en los estudios de lenguas germánicas y romanas. Bello, Alarcos, Hernandez etc., lo aplican al castellano con las implicaciones y explicaciones del caso, haciéndose cuesta arriba porque en castellano no se cuenta con un morfema propio, ya que este está cruzado con el morfema del tiempo y modo y que a pesar de ello **es reconocible** y de ninguna manera debe confundirse con el tiempo. Llegándose, inclusive, a la culpabilidad de la no evolución del mismo por una división x que hizo Jakobson. Finalmente el rechazo de los académicos mismos, quienes tienen a su cargo la preservación de la pureza de la lengua obviando los términos de acción y Proceso tan acaloradamente debatido por los gramáticos a lo largo de muchos años.

Reordenamiento – Propuesta del Aspecto Verbal

Líneas arriba habíamos señalado la posibilidad de un reordenamiento del aspecto verbal con criterios formales, funcionales y semánticos para mayor entendimiento de las perífrasis, por estar regidas éstas con criterios semánticos.

En un primer momento tomamos la teoría de Saussure sobre el "**valor y significación**" del signo lingüístico para luego redefinir los términos necesarios para el reordenamiento del aspecto desde la semántica. Luego se aplica a la propuesta de Porto Dapena conjuntamente con Hernández Alonso, discrepando y conjugando con sus teorías y la de los otros gramáticos mencionados anteriormente (Bello, Alarcos, etc.). Es decir, una vez redefinidos algunos conceptos analizamos el aspecto a nivel léxico, más adelante a nivel gramatical, finalmente esquematizamos nuestro punto de vista.

4 Citado por Hernández Alonso, 1984:364.

5 G. Rojo, 1974:20.

6 Marcos Marín, 1980:268.

Saussure y el Valor diferencial

Saussure distingue entre "**significación y Valor**" haciendo referencia a "sheep y Mutton" en inglés⁷. A lo que Bylon califica como "valor Diferencial", donde el valor no es el **contenido**, que es lo que tiene, sino lo que adquiere en el **uso**. Bylon al respecto señala:

"El signo tiene un valor diferencial: Su valor no lo constituye lo que tiene, el contenido, sino lo que no tiene, sus diferencias... más adelante agrega... la noción de valor es la base de las descripciones semánticas actuales que distinguen entre **semas**^{*8} **constantes y semas virtuales**, es decir, que el valor es una virtualidad de sentido que depende al mismo tiempo del sistema y del uso"(1995:47).

Aplicado al verbo podemos decir, que el verbo adquiere un valor cuando está funcionando, está en uso, pero sigue dentro del sistema con su contenido propio, su "sema constante".

Mantenemos los términos:

- "**significación**" del signo nombrándole **Contenido de hecho** ;
- "**semas virtuales**"⁹ del signo al que denominamos **Valor de uso**;
- "**semas constantes**" al que llamaremos **valor propio** , ya que uno de los rasgos más característicos del aspecto es el

valor de la raíz verbal (aktionsart en muchos autores, "Noción" en RAE 94) y el:

- "**aspecto**" propiamente dicho.

Redefinición de conceptos: Parece conveniente distinguir el "aspecto y modo de acción" aplicado al español. Podemos plantearlo de la siguiente manera. En principio vamos a **redefinir** las palabras "aspecto y acción"; "Proceso" y "Complexividad", necesarias para nuestro análisis:(ver apéndice lexicológico)

Luego de establecer los nuevos conceptos nos quedamos con los siguientes parámetros:

Aspecto: "Apariencia" o "Fas" significativa del verbo.

Acción: "La acción es un ejercicio legal, propio del verbo y por lo tanto participante de un todo".

Proceso: "Fases sucesivas del verbo que adquiere un valor cuando se agrega o adiciona otros elementos (adverbios, verbos, nexos, complementos, etc.)". Esto es válido sólo gramaticalmente.

Y otra definición de **proceso** sólo válido léxicamente es como sigue: " Fases sucesivas del verbo en relación con otro verbo".

Complexivo: Vamos a entenderla de dos maneras: 1.- En su totalidad como **nombre genérico de cada verbo (léxicamente)**. y 2.- **complexividad a la "idea completa" otorgada en el proceso de la adición de otros elementos en el decurso (gramaticalmente)**. Es decir, nos quedamos con la "idea de Totalidad" en los dos niveles (valor de uso y valor propio).

Estas redefiniciones "aspecto" como la apariencia o faz significativa del verbo, "acción" ejercicio legal....etc, nos permiten a manera de herramientas, analizar el verbo a nivel lexical y posteriormente a nivel gramatical. Con este propósito a

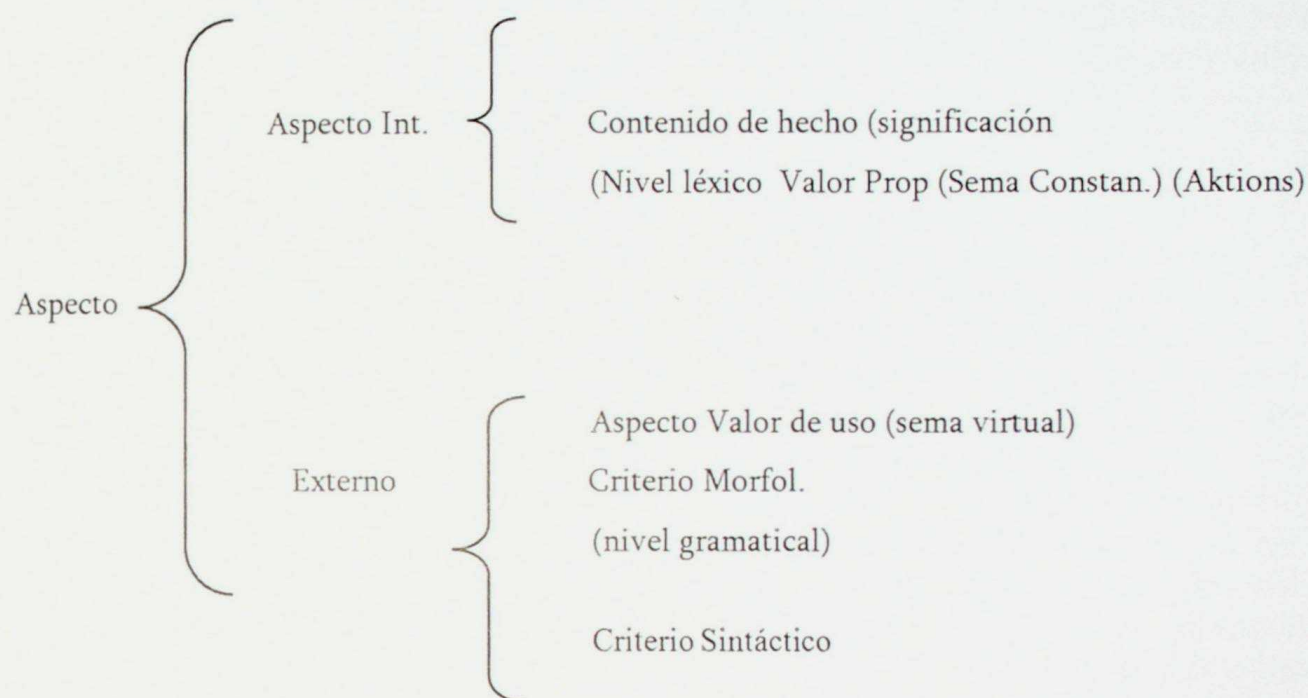
7 Mutton = Carnero Muerto (cordero)

(pollo) pie de p
La última línea tiene un "valor de uso". Por Ejemplo, no se pide en un mercado "véndame una gallina muerta" cuando se requiere la carne, se dice "véndame pollo" aunque este haga referencia a gallo o gallina. Entonces, el valor diferencial se adquiere en el uso
Sheep = Carnero vivo (oveja)(gallina, gallo).

8 Ver apéndice lexicológico.

9 Ver apéndice lexicológico.

modo de una primera aproximación, consideramos que el aspecto tiene dos formas o caras, una externa y otra interna y al interior de cada forma, se hallan una serie de relaciones y concatenaciones.



Esquemizamos la primera fase de nuestra **propuesta** como sigue:

* En el esquema propuesto, distinguimos entre “aspecto Interno” y “aspecto externo”. El primero, referido al léxico mismo -mencionado por muchos autores como aspecto lexical (de ahí la diferencia de aspecto lexical y aspecto gramatical como oposición)- encierra dos posibilidades: Contenido de Hecho y Valor Propio, entendemos el “**Contenido de Hecho**” como sentido léxico siguiendo a Bylon “ se refiere al sentido material de Aristóteles, se refiere al sentido de los lexemas, de las palabras, de los signos lingüísticos traducidos en términos de **paráfrasis**, de sinónimos, de conjunto de semas que forman un semema. Es su definición misma¹⁰, Ejm. Zanzar: Acabar de solucionar, verde = color, etc.

* El “ **Valor propio**” o “**sema constante**” como el Aktionsart o “modalidad de acción”

mencionado por varios gramáticos, son los rasgos semánticos internos que posee cada verbo, es decir, cada verbo o palabra, o cada léxico tiene una “composición semántica” en su interior, se compone de “rasgos” o elementos semánticos. Estos rasgos

semánticos como “unidad” se denominan “semas”¹¹, luego los semas son unidades mínimas de significación no susceptibles de realización independiente, por lo tanto se realiza dentro de una configuración semántica o “Semema=léxico”. Entonces, estos rasgos semánticos se constituyen en el valor propio o “sema constante” que caracteriza a cada verbo; luego de ahí se genera o nace su nombre genérico del verbo como totalidad (complexivamente). Es decir, adquiere un determinado nombre, a nivel lexical, por los caracteres internos que tiene el verbo en cuestión, en otras palabras es el que designa el nombre del verbo, si se quiere. Ejemplo: Si un verbo comporta mayor cantidad de tiempo en su transcurso será verbo “durativo”, o con otra modalidad: Incoactivo, etc.

Por otro lado, hay que diferenciar entre el “modo significativo” propio del lexema verbal “sema constante”, al que aludimos

¹⁰ Bylon, 1994:43-44.

¹¹ Para mayor información ver apéndice lexicológico.

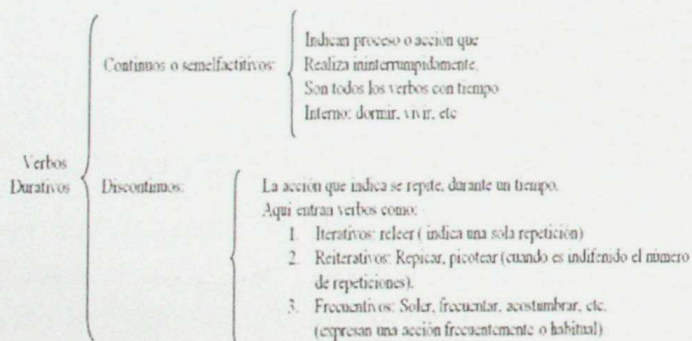
Nosotros aplicamos la "cursividad"¹⁷, propuesto por Hernández, como marca distintiva del aspecto, es la perspectiva de la acción en su transcurso, que está en oposición a la concepción tradicional de los demás gramáticos de tomar la "acción o proceso como un "hecho" terminado o no terminado.

Así en los verbos perfectivos: caer, saludar, salir etc.(aplicado la cursividad) serán: **Verbos con perspectiva de acción transcurrida.**

Mientras, que los verbos imperfectivos como querer, admirar, etc., son: **Verbos con perspectiva de acción en transcurso.**

De ahí el nombre genérico que le da Bello de permanente, para este último, y desinente para el anterior caso.

Al mismo tiempo, Porto Dapena subdivide los verbos "durativos" en continuos y discontinuos, donde la diferencia está en la interrupción de tiempo, del mismo modo graficamos su postura:



Argumento N° 2:

Recuérdese que estamos dentro de la división "extensión temporal de la acción".

- Conviene establecer la distinción sobre el término "duración" en sus dos conceptos como aquí se está manejando:

Temporal: Espacio temporal de una acción.¹⁸

Duración

Cursiva: Transcurso de la acción.

En la subdivisión "continuos o semelfactivos" Porto utiliza los términos "acción y proceso" como algo similar pues define a los verbos durativos continuos de tiempo interno como "proceso o acción que realiza ininterrumpidamente"¹⁹ Ej. estudiar, trabajar, andar, la acción es continua, no hay interrupción; nos quedamos con el término "acción" pues se trata de una cantidad de tiempo interno natural, innato, propio del verbo castellano; ya que los verbos "durativos continuos" tienen transcurso de acción sin interrupción, ejemplo: Esperar, dormir, vivir.

Señalábamos anteriormente que no se trata de una adición de tiempo por ello no puede ser "proceso". Vale decir, es su "sema constante" o "valor propio" el que tiene la perspectiva de mayor cantidad de transcurso de tiempo. Por ello su nombre genérico complexivamente de "verbos durativos" o más específicamente "verbos durativos continuos"..

Lo mismo para los "verbos discontinuos"(la acción se repite durante un tiempo), su sema constante, o si se quiere el valor propio que comporta en su interior, como la perspectiva de acción con una mayor cantidad de duración, esta duración es interrumpida en lapsos o entrecortada, de ahí su nombre genérico, complexivamente de Iterativos: releer, frecuentivos: picotear, etc, que en el Esbozo del 73 habían sido tratadas como "clases de acción verbal".

Más adelante, el autor precisaba que muchos gramáticos equiparaban la clasificación de verbos durativos con la clasificación de los verbos perfectivo /

¹⁷ "En realidad la marca distintiva del aspecto es la cursividad o transcurso de la acción; o sea, la perspectiva de la acción en su transcurso frente a la concepción de la acción o proceso como un hecho, como un todo, al margen de su duración o transcurso" Hernández, op. cit. 367.

¹⁸ Hernández lo considera "proceso", espacio temporal de un proceso".

¹⁹ Porto op.cit. 33.

imperfectivos como si se trataran de sinónimos:

Imperfectivos = durativos

Perfectivos = puntuales o, momentáneos.

Al respecto apuntaba que "ni son sinónimos, ni son coincidentes; si bien los perfectivos son lógicamente puntuales no todos los durativos son imperfectos, por ejemplo, acciones que implican duración como: cocinar, cerrar, afeitarse, etc.; necesitan llegar a un término para que existan por lo tanto son perfectivos.

Argumento N° 3:

Decíamos que un verbo genéricamente es "durativo" porque comporta en su interior una perspectiva continua (o discontinua) en su transcurso y verbo imperfectivo (perspectiva de acción en transcurso: Amar) Un perfectivo (percepción de acción transcurrida)

Se puede equiparar, siguiendo a Porto, los perfectivos (morir, caer, saludar) con los puntuales o momentáneos (entrar, llegar) ya que su perspectiva de acción transcurrida es momentánea o puntual.

Los verbos cocinar, arreglar, peinarse, afeitarse, etc, si bien implican duración (perspectiva de acción en transcurso), esta "cursividad" tiene, también un lapso de duración limitada.

Entonces, diremos, que los verbos cocinar, arreglar, etc. semánticamente tienen una perspectiva de acción en transcurso con un lapso de duración. Pero no es por "necesidad de existencia" que tiene una acción acaba como señala Porto. Más bien, está contenida en la modalidad de su sema constante, es su valor propio.

Luego podemos abrir una nueva subclasificación dentro la magnitud delimitable. Esquematizamos sus diferencias:

- Trabajar, Vivir: Durativo = Perspectiva de acción continua (discont) en su transcurso.
- Cantar, Andar: Imperfectivo = Perspectiva de acción en Transcurso
- Caer, Morir: Perfectivo = Perspectiva de acción transcurrida momentáneamente.
- Cocinar, arreglar: ¿? = Perspectiva de acción en Transcurso con un lapso de duración. (son mixtos en su sema constante).

Si tenemos presente, que son los semas constantes, los que designan el nombre genérico complexivamente, en el último caso por ejemplo concurren en su valor propio dos rasgos de verbos diferentes como son los "durativos y los "perfectivos" luego su nombre genérico, complexivamente y tentativamente sería: "mixtivos" pues es mixto en su sema constante ya que contiene "perspectiva de acción en transcurso con tiempo limitado o un lapso de duración, que no es lo mismo que interrupción intermitente como en los iterativos, etc.

Magnitud Delimitable (Con acción transcurrida o no)	Perfectivos: caer, morir, aprender, saludar, vender, etc.
	Imperfectivos: Vivir, amar, andar, cantar, etc.
	Mixtivos: Cocinar, arreglar, limpiar, cerrar, etc.

Una 2° clasificación: lo realiza en base a la **secuencia estructural** donde divide el proceso en tres partes: inicial, media, final y según esté en determinado lugar del proceso, adquieren aspecto: incoactivo, ingresivo, cursivo etc, es decir, que un verbo no es en sí mismo ni incoactivo, ni

cursivo o terminativo sino está en relación con otros verbos que aluden a un mismo proceso:

- Inicial : Incoactivos (nacer ,dormirse)
- Media : Cursivos (vivir ,dormir)
- Final : Terminativos(morir ,despertar)

Argumento N° 4

En la 2° clasificación, aplicamos "proceso" redefinido (fases sucesivas del verbo en relación únicamente con otro verbo que alude al mismo proceso). Se comportan de esa manera o adquieren ese valor cuando se los puede alinear en una relación de un mismo proceso, en el ejemplo propuesto por Porto (nacer, vivir, morir = incoactivo, cursivo y terminativo) el proceso es la "**vida**" (comienza la vida, dura la vida y termina la vida). En el caso de "dormir" lo mismo, comienza a dormir, duerme un tiempo y termina de dormir cuando despierta.

Pero comparado con otros verbos podemos ver que se **rompe** esta secuencia de proceso, como son los verbos que comportan tiempo, es decir ya no existe la posición media o final:

Ej.:

- Amanecer = incoactivo (comienza a ser día)
- Atardecer = Incoactivo (comienza a ser tarde)
- Anochecer= Incoactivo (comienza a ser noche).

Luego incorporamos una subdivisión en este acápite:

.Secuencia **estructurable**

- a.- Verbos que formas estructura
- b.- verbos que No forman estructura.

Al mismo tiempo hace referencia a verbos de aspecto "**complexivos**" cuando a estos verbos se considera aisladamente, es decir, que hace referencia a todo el proceso, confundándose con el nivel sintáctico; al respecto señala:

"considerado aisladamente, es complexivo, sobre todo si tiene a su vez carácter perfectivo sea léxica o gramaticalmente,

Ejemplo: Mi abuelo vivió 90 años (1987:35).

Argumento N° 5:

La complexividad a la que alude Porto está referido a una secuencia estructurable pero en el plano "gramatical" que ya está fuera del aktionsart. Aplicamos aquí nuestra redefinición de Complexividad (Nombre genérico que abarca la totalidad de un verbo, válido sólo para el valor propio, nivel lexical), (La otra definición es: Idea completa otorgada en el proceso por la adición de otros elementos en el discurso, válido sólo para el valor de uso, nivel gramatical).

- Al verbo "vivir" del ejemplo anterior, podemos aplicar las dos ideas de complexividad para que se vea la diferencia:
- El verbo "Vivir" complexivamente (como nombre genérico que abarca su totalidad de acción) es :
 - Durativo (en Porto Dapena)
 - Permanente (en Bello)
 - No cíclico (en Bull)
 - Imperfectivos (en otros autores)

Luego estamos haciendo referencia a la "modalidad de acción", al valor propio, o si se prefiere al sema constante, lo "léxico" al que alude porto y otros autores es

discutible, como vimos más arriba.

- Mi abuelo **vivió** 90 años

Aquí aplicamos la 2ª redefinición de "complexividad" (nuevo valor en el decurso o valor real, nacido del sema virtual) lo cual en parte es compartido por el autor, cuando afirma "presenta el proceso completo de la vida de mi abuelo, esto es, complexivamente" (1987:35).

Decimos en parte, recuérdese que estamos analizando el aspecto en el aktionsart, aún no pasamos al aspecto externo. Pero el ejemplo que pone el autor corresponde al nivel de valor de uso, porque es el contexto que está dando la "idea completa" o complexividad de referencia de todo el proceso.

Entonces:

VIVIÓ es Perfectivo, la perfectividad está indicado por la flexión del verbo (= ó = significa tiempo pasado, modo indicativo, 2ª persona, aspecto perfectivo), se está usando, y además está acompañado de otros elementos en el decurso como el sujeto específico (abuelo) y adverbios de tiempo (años) y número (90). y la idea de "duración continua" desaparece.

Posiblemente, el lector acepte que la cursividad pueda desaparecer, pero, discrepe y lo entienda como, que esa vida **duró** 90 años y es el contexto que conserva el aspecto verbal durativo", precisamente esa es la idea, recuérdese que estamos consensuado a nivel léxico, y esta parte corresponde al nivel gramatical.

De la misma manera entendida aquí el **proceso** como valores que adquiere el verbo cuando está acompañado de otros elementos, ya sean verbos o adverbios etc.

En otras palabras, mientras el verbo tiene un valor propio en determinado lugar este se pierde o se complementa cuando va acompañado de otros elementos.

Por lo expuesto podemos señalar que son los "semas Virtuales" los que entran en funcionamiento. Regresaremos sobre el mismo cuando tratemos "aspecto Externo" en 3.3.7.

También hace una subdivisión de los verbos "**terminativos**" -los cuales no se deben confundir con los verbos perfectivos que son de carácter "complexivo"- en conclusivos y desinientes, los cuales estarían cruzados con el "contenido de hecho" al que nosotros aludimos más adelante:

- Conclusivos: cumplir = Terminar de ejecutar

Apurar = Acabar de beber etc.

- Desinientes: Morir = dejar de vivir

Callar = dejar de hablar, etc.

Argumento N° 6

Otro comentario que cabe a este respecto, es acerca de la subdivisión que hace sobre los verbos "terminativos" (que no son perfectivos o puntuales), los llamados conclusivos y desinientes, nosotros lo incluimos dentro del "contenido de hecho" porque ahí no hace referencia a ninguna "acción" (semas constantes) sino son parafraseados con perífrasis:

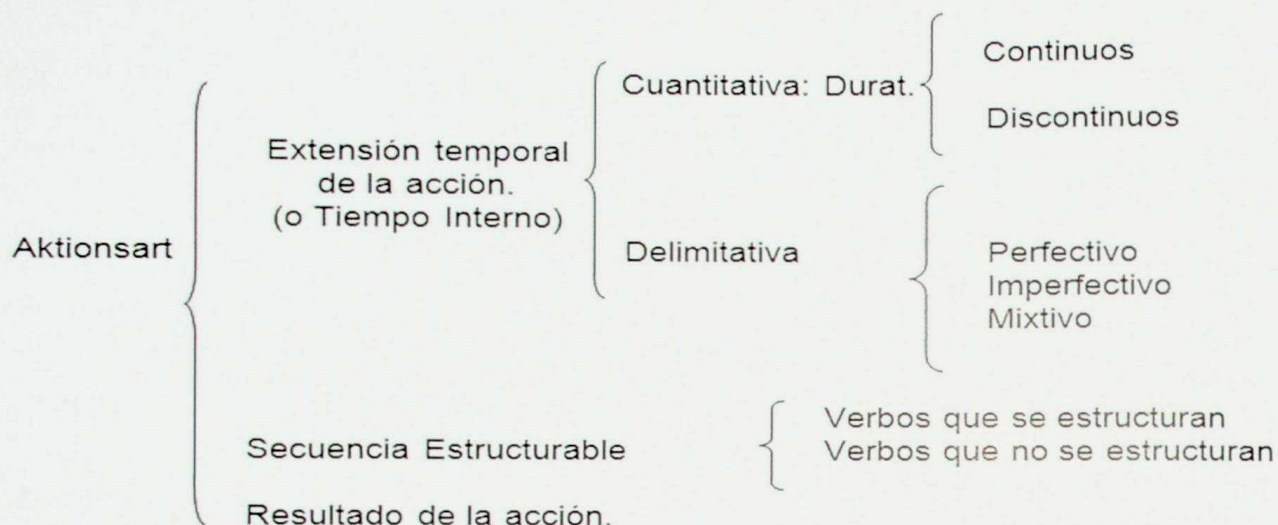
Acabar/Terminar de + infinitivo y Dejar de + Infinitivo, en los ejemplos propuestos por Porto; pero también se da con sus propios elementos:

- Disparar = Escupir Fuego
- Morir = Dejar de vivir
- Zanzar = Acabar de solucionar
- Callar = Dejar de Hablar etc.

La columna derecha corresponde al "contenido de hecho" aunque en la

mayoría de los casos estas diferencias se cruzan como en el ejemplo que sigue:

situación, o estado porque son el resultado de la acción de otro verbo. y no hay una adición de hecho.



Amanecer = Comenzar a ser de día
(contenido de hecho)

Incoactivo

Complexivamente.

Por último clasifica los verbos como **consecuencia o resultado del proceso**, es decir, de la relación de un verbo con otro verbo se forma un aspecto "resultativo" que es diferente del perfectivo o terminativo. Así:

- Encontrar es resultativo frente a buscar
- Aprender es resultativo frente a aprender o enseñar
- Ver es resultativo frente a mirar. etc.

Argumento N° 7

Para la tercera clasificación "consecuencia o resultado del proceso", cambiamos a "**Resultado de la acción**", porque no se está hablando de un "proceso como secuencia" sino de la relación de un verbo con otro verbo tiene una acción "resultativa", así Observar es el resultado de Mirar detenidamente. Es decir, tienen esta

A continuación insertamos el cuadro con algunas modificaciones:

Aspecto Verbal Externo

En lo que sigue abordamos el "**aspecto externo**" donde "reordenamos" -si vale el término- las diferentes propuestas de los anteriores autores expuestos a groso modo y de otros según el requerimiento, ya que los diferentes gramáticos enfocaron sus análisis en este sentido. Tocamos el aspecto flexional nocionalmente porque éste está más relacionado con el paradigma verbal de la conjugación de los tiempos simples y compuestos del castellano, ampliamente desarrollado por Alarcos, Hernández, R.A.E., Mendoza, etc. Luego tomaremos "in extenso" dentro del "criterio sintáctico" el **aspecto sintagmático** por constituirse en el **núcleo** de nuestro estudio. Y el resto también será tratado de manera somera.

Señalábamos, en el esquema propuesto, que el "aspecto externo" se da a nivel gramatical y los nuevos valores que adquiere un verbo son producidos por los elementos acompañantes, por ello se denomina "valor de uso" o valor virtual, porque este puede ser modificado una y otra vez según el contenido que se quiera

expresar.

Decimos **Criterio Morfológico** porque esta parte del aspecto está determinado por la "forma" contenida en la flexión del verbo en la conjugación de los tiempos, Es decir el verbo está en uso, está cumpliendo la misión de conformar un paradigma, luego tomará un valor u otro valor según esté solo o acompañado de otro verbo.

Con **criterio sintáctico** refiriéndonos a construcciones gramaticales como las oraciones, donde su núcleo verbal sea únicamente agrupaciones verbales, concretamente a las perífrasis simples y complejas y dentro de las complejas distinguiremos someramente locuciones verbales de otras estructuras- que también fueron tratadas ampliamente por otros gramáticos. Para el nivel de **doble significación** veremos construcciones oracionales donde un mismo verbo puede asumir diferente significación en esos contextos. Y finalmente los verbos que **modifican su "sema constante"**, es decir el comportamiento de los verbos que siendo complexivamente x adquieren diferente valor.

Definición del Aspecto Externo

A continuación concretizamos más sobre la definición general dada en 3.3.6.4. sobre el aspecto verbal, a manera de complementación: El "aspecto externo es el significado específico que adquiere un verbo cuando está funcionando sintácticamente". Es decir, hablamos del aspecto externo cuando un verbo (que tenga x valor lexicamente) adquiere otro valor mientras está en contacto o relacionado con otros elementos en la cadena del habla, luego está en un nivel gramatical. Ya Corneille (1976), citado por Bylon, refería:

" el significado específico sólo existe en función de toda una red de relaciones que se instauran en el interior del sistema y le dan

forma"(1994:46) o en términos de Bylon " el uso puede enriquecer el valor de una palabra"(1994:47)

o si se quiere ,Mendoza menciona como "matices":

"... los matices que se vayan realizando en el decurso muchas veces dependerán de los elementos contextuales que ayudan a precisar la significación aspectual concreta para cada caso (1992:113).

El Aspecto flexional

La mayoría de los gramáticos han tratado ampliamente el aspecto flexional "perfecto/imperfecto" del paradigma de la conjugación de los tiempos simples y compuestos en los verbos castellanos. Estos fueron analizados en el paradigma mismo y en contexto oracional. Nosotros lo incluimos en el "aspecto externo" porque está marcado por factores gramaticales, especialmente morfológicos y morfosintácticos que refuerzan o modifican la "modalidad de acción"(sema virtual).

Hernández propone una clasificación del aspecto flexional como un sistema con marca y sin marca, precisa, que el aspecto en el "Modo Indicativo" posee un sistema aspectual coherente y regular.

Este autor considera que en las formas flexivas del **pasado** es donde más se percibe las diferencias aspectuales, en tanto que en el **presente** se neutralizan y el aspecto **futuro** está en un espacio virtual.

En este sentido la marca distintiva del aspecto es la "cursividad" o transcurso de la acción, o sea la perspectiva de la acción en su transcurso. Señala que no es lo mismo,

"cursividad que duración. Aquella es la perspectiva o punto de vista cursivo, mientras que la duración es el espacio temporal de un proceso"(1984:367).

DICYT - UPEA

Flexión aspectual en el tiempo pasado:

Para ver claramente la diferencia aspectual en el pasado se opone el perfecto simple y el imperfecto:

Ejemplo: Aquí vivieron mis abuelos.

El **perfecto simple** es un tiempo que expresa un proceso pasado que no guarda relación con el momento presente del hablante. El comunicante enfoca la acción como un todo cerrado, es decir, percibe el hecho desde su presente, desde la distancia, luego estará marcado negativamente.

El imperfecto:

Ejm.: Aquí vivían mis abuelos.

Nacía en este año un mundo nuevo.

También es un tiempo que expresa una acción en el pasado, retrospectivo, viene a ser algo así como si el hablante y el oyente regresaran al pasado para revivir el acontecimiento en su curso, en su devenir. Luego es una acción momentánea, con rasgo semántico, enfocado en un trascurso del pasado por medio de un elemento gramatical, una flexión verbal, por lo tanto es el término marcado positivamente.

Aspecto en el tiempo presente

Según Hernández el tiempo presente tiene aspecto "O" porque se neutraliza el aspecto perfectivo con la cursividad, por ello se anula la perspectiva aspectual.

Aspecto en el tiempo futuro

Para hacer referencia al "aspecto futuro" se debe tener presente que la expresión de un proceso referido al futuro es necesariamente un contenido virtual. Es decir, que existe una diferencia de perspectiva entre: acción en pasado **real**, y acción en futuro **virtual** o hipotético.

Por ejemplo en el futuro simple "cantaré" se presenta la acción o proceso como un hecho virtual, como un acontecimiento que no llega al presente, por ser futuro, pero la perspectiva se da desde el presente.

Es cierto que la marca aspectual no es palpable, no es asible, pero el lenguaje mismo impone un importante proceso de abstracción. y si el referente de lo que se comunica es pura virtualidad e hipótesis la abstracción es doble.

Hernández va más allá, al incluir el futuro absoluto o simple entre los tiempos aspectualmente perfectivos, pues, considera al futuro en el plano virtual, irreal, porque en el futuro nada es real, sino una pura "aventura realizable".

Porto señala, por otro lado, que las características aspectuales, "Léxicas" pueden ser modificadas por el aspecto gramatical, de modo que un verbo imperfectivo puede adquirir valor perfectivo, al ser delimitado el tiempo de duración.

Ejm.: Federico Durmió 12 horas seguidas.

Es la flexión del verbo y el adverbio los que le confieren este valor de perfectividad a un verbo que complexivamente es durativo por lo tanto estamos en el aspecto externo.

. Durmió = aspecto flexional de perfectividad.

. Dormir = Complexivamente es durativo.

Aspecto Sintagmático:

Recordemos se utiliza el término "sintagmático" para designar la relación existente entre dos o varias unidades que aparecen realizadas en la cadena hablada²⁰. En nuestro caso, y siguiendo a Mendoza y Alarcos, el aspecto sintagmático nace de la combinación de unidades verbales, llamadas perífrasis. Para mayor claridad en este apartado únicamente referiremos el aspecto en las perífrasis **excluyendo** los tiempos compuestos de esta relación, aunque, fueron tratadas conjuntamente por algunos gramáticos.

Durante el tratamiento de las perífrasis verbales en forma general y específica habíamos visto que la mayor parte de los gramáticos convergen en analizar las perífrasis a partir de su forma y su "aspecto sintagmático". Luego en este apartado sólo resaltamos algunos ejemplos para no ser redundantes.

Mientras que el aspecto flexional se realiza en **un sólo verbo** conjugado, y esta flexión morfológica es la que aporta los valores aspectuales, además de los elementos acompañantes; en el aspecto sintagmático concurren **dos verbos**, pero que funcionan como si fuera uno solo, compartiendo, también, las complementaciones y todos los elementos acompañantes igual como se realiza un verbo conjugado.

A diferencia de los primeros, los verbos sintagmáticos aportan con diversas significaciones (valores aspectuales) frente a los verbos unitarios conjugados, y son los usuarios de la lengua, quienes se valen de uno u otro verbo para expresar con todas las connotaciones que quieran imponer en su comunicación.

Sólo que, para considerarlos como verbos nucleares de oración se someten a pruebas operacionales como se vio en Gómez Torrego, Hernández, Yllera, etc. Ejm.: Transformación a pasiva, a interrogativa, movimiento de clíticos, etc.

Otros estudios, como los de Mendoza, habían ido más allá, como es el caso de las Neoperífrasis y perífrasis múltiples. Al analizar el "aspecto sintagmático" hace referencia a los tiempos compuestos en su proceso perfectivo e imperfectivo y que la otra posibilidad está en las "perífrasis verbales" donde los "modos de acción" están expresados sintagmáticamente, esto se trató ampliamente en el apartado de "Estudios Nacionales", Ejm.:

Haber de + inf. + estar + ndo.

- sentido hipotético: Le van a estar reclamando.

- sentido incoactivo: Me he de estar vendiendo.

Ir a + inf. + ndo.

- sentido reiterativo: Le van a seguir engañando
- Imperfectivo: Ya vamos a estar charlando

Resaltemos, que este autor, en sus estudios del 91, los describe a los ejemplos arriba mencionados como "neoperífrasis". Luego en el 92 (Gramática...), los mismos ejemplos los rotula como "perífrasis múltiples". Resaltando que poseen más de un verbo auxiliar con un sólo verbo principal.

La **neoperífrasis**, que está relacionado con una acción en proceso, pero que no incluyen la significación de acción en progreso, usual en una perífrasis de gerundio, sino que adquiere de manera adicional otros significados es:

ESTAR + - NDO.

Estar yendo ahorita te alcanzo (sentido incoactivo)

Como el lector notará, el sentido de "in situ" del verbo estar se borra y tiene el sentido de incoactivo, lo cual coincidiría con la modalidad de verbo auxiliar, pero rompe la regla morfológica de una perífrasis, pues no cumple el requisito de que el primer verbo debe llevar: persona, modo, número.

Bello, Salvá, Kany, Mendoza, etc. describen perífrasis que van en lugar de un tiempo simple, Ejm.:

Bello: Mañana han de principiar las elecciones (principian).

Salvá: Estoy cantando (canto).

Kany: Estoy yendo a Huancayo (voy).

Mendoza: Establece que el "futuro" simple tiene una reducida vigencia en el castellano

de La Paz²¹, y comprueba que en su lugar se usan otras perífrasis verbales como:

Ir a + Inf. y Haber de + inf.

Ejm.: Los vamos a llevar

No has de llegar tarde

Señala, también que la perífrasis de gerundio **ESTAR + -NDO.** generalmente se usa en lugar del presente simple de indicativo:

Ejm.: Estoy esperando el resultado (espero el resultado).

Concluye que la información aspectual es muy variada en castellano y los matices en el decurso dependen de los elementos contextuales que ayudan a precisar la significación aspectual.

Alarcos diferenciaba la correlación flexional y sintagmática referido al aspecto donde distinguía a las perífrasis según la concurrencia de un verboide, señalando caracteres comunes a los tres tipos de perífrasis que proceden del valor mismo de las formas no personales que se emplea, señalando así un "tiempo in posse" (llamado tiempo interno o aspecto) con tensión máxima y distensión cero donde:

La perífrasis con infinitivo ofrece una perspectiva de realización, un valor progresivo, un valor futuro. Con tensión media y distensión media. La perífrasis con gerundio tiene un carácter continuativo, durativo.

Mientras que con tensión cero y distensión máxima la perífrasis con participio tiene un valor retrospectivo, perfectivo dirigido hacia el pasado. Por su parte Gili Gaya tiene una opinión análoga: Las perífrasis de infinitivo tiene un sentido general de acción progresiva hacia el futuro, con gerundio indica la acción durativa, con

participio tienen "significación perfectiva".

Esto daría cuenta por ejemplo de las perífrasis temporales entre otras:

-Ir a + Infinitivo, registradas por Gómez Torrego:

(valor de temporalidad de futuro Inmediato)

En la realidad física: van a ser las tres.

En la realidad psicológica: El próximo año vamos a ganar la liga. (1987:75).

Estar + gerundio: (aspecto durativo)

Estoy estudiando medicina en Madrid. Etc (1987:147).

R.A.E.(1994) Considera que algunas perífrasis se agrupan bajo la nominación aspectual:

.Inceptivo = voy a comer

.Durativo = estoy comiendo

.Conclusivo = acabo de comer

Pero que no son categorías que se los pueda distinguir gramaticalmente, porque hay diferencia entre aspecto que manifiesta un morfema y la que posee la noción léxica. Compartimos este criterio ya que confirma nuestro punto de vista, habíamos aludido un "aspecto flexional" y "aspecto sintagmático", del cual nos estamos ocupando, dentro de un criterio sintáctico; el primero exclusivamente refiere los que comparten el morfema de tiempo y el segundo reservado para las perífrasis, porque al decir, gramaticalmente estaría connotando secuencia verbal (Morfología); sintácticamente se refiere al "núcleo complejo" inseparable, con ejercicio dentro de un contexto. Luego el valor (semántico) lo adquiere sintagmáticamente, es decir en concurrencia de ambas nociones léxicas (auxiliar/auxiliado) por ello gramaticalmente no se los puede distinguir porque sus semas son virtuales, únicamente manifiestas inferencialmente.

21 *Mendoza, Op. cit., 1992:124; 1991:43., también señala que posteriores estudios confirman esta tendencia en toda la Zona Andina.*

A continuación veamos los rasgos del aspecto flexional y sintágmático paralelamente²²:

Rasgos reflexivos	Rasgos del Aspecto Sintágmático
-Está expresado por <u>ciertas</u> formas de cada verbo	-Está expresado por <u>todas</u> formas de cada verbo
-Está indicado por <u>ciertos</u> morfemas de cada tema.	-Está indicado por <u>ciertas combinaciones</u> de temas unidos a su morfema
Opone en español <u>dos</u> formas de cada verbo: Cantaba/canté.	Opone en español <u>todas</u> las formas simples a los compuestos: Canto/he cantado.
-Se da sólo en el <u>tiempo</u> pasado.	-Se da sólo en todos los <u>tiempos</u> .
-Indica el término <u>real</u> del proceso.	-Indica el término <u>virtual</u> del proceso.
-Es un <u>resto de lenguas</u> más y no es raro que desaparezca.	-Es una creación románica, y, en general de las lenguas modernas.

Verbos con Doble significación

En opinión de Alicia Yllera, determinados verbos encierran una doble significación perfectiva o imperfectiva.

Ejm.: **Decir**

En el sentido de "manifestar verbalmente algo" es perfectivo.

Le dicen el cojo.

En el sentido de "denominar, llamar" es imperfectivo.

Le llaman el cojo.

o en términos de Porto Dapena:

"conviene tener en cuenta que un mismo verbo, según la acepción en que se tome, puede clasificarse entre tipos diferentes..." (1987:33)

Ejm.: **Conocer**

En el sentido de "tener conocimiento de

algo" es durativo.

-Conozco a tu novia.

En el sentido de "entrar en conocimiento de algo" es puntual.

-Ayer conocí a tu novia. (Ayer es el elemento contextual que hace que el aspecto verbal sea puntual, pues su perspectiva de acción es momentánea)

Por lo expuesto señalamos que los valores adquiridos también se dan en el contexto, esto también es confirmado por Guillermo Rojo:

"No existen en español dos tipos de verbos perfectivos y no perfectivos, opuestos entre sí como en las lenguas eslavas, sino que todos los verbos -según el contexto- pueden tomar uno u otro aspecto" (1974:20).

Verbos que Modifican su Sema constante

Un verbo perfectivo puede hacerse gramaticalmente imperfectivo, si al mismo tiempo es puntual, a costa de cambiar su significado léxico o hacerse discontinuo. Compárese:

Le dió un dolor tan fuerte que se moría.

Donde morir pasa a imperfecto y durativo con el sentido de "acercarse a la muerte", o

Los soldados morían por doquier.

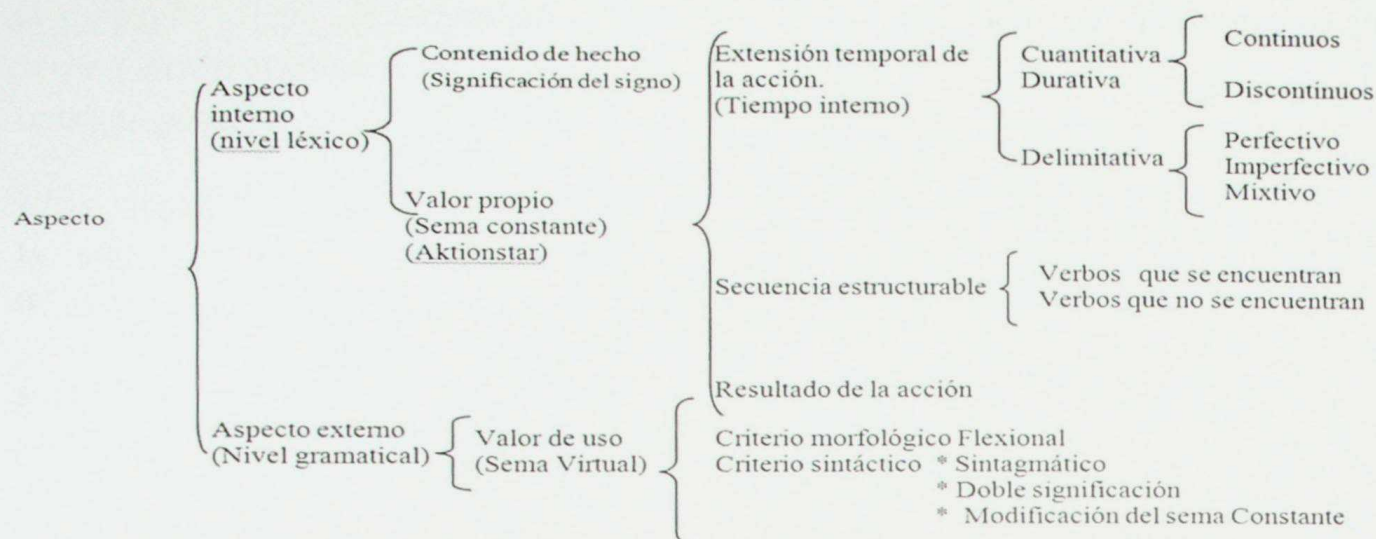
Donde este mismo verbo significa efectivamente "perder la vida", pero posee valor reiterativo, y es la reiteración la que tiene carácter imperfectivo, no delimitado. (Porto 1987:34).

Una vez más se comprueba que los valores que adquieren los verbos están condicionados por el contexto.

Hasta aquí hemos tratado de establecer las relaciones internas y externas fundamentales donde se mueve el aspecto verbal, se constituyen en un referencial para el análisis de las perífrasis.

A continuación insertamos el esquema final propuesto:

²² Este paralelismo fue extractado de los estudios de Emilio Alarcos, que los va nombrando según analiza algún aspecto.



Con estas reflexiones creemos salvar una serie de obstáculos que se plantean en torno al aspecto verbal, la distinción entre valores propios y valores de uso puede clarificar muchos puntos, por demás decir que esta sujeto a las críticas pertinentes.

BIBLIOGRAFIA

ALARCOS LLORACH, EMILIO

1969 "Gramática estructural", ed. Gredos, Madrid.

1970 "Estudios de Gramática Funcional", Biblioteca Románica Hispánica, ed. Gredos, S.A. Madrid.

ALCINA FRANCH J.

1979 "Gramática Española", Nauta S.A., España.

ALONSO A Y P.H. UREÑA.

1953 "Gramática Catellana", Bs. As.

ARJONA I.,M.,LUNA T.

1989 "El Infinitivo en el Español Hablado en la ciudad de México, UNAM México.

BAYLON CHRISTIAN, FABRE PAUL.

1994 "Semántica", (con ejercicios prácticos y sus soluciones) ed. Paidós, Barcelona, Bs.As. Mexico.

BELLO, ANDRES.

1945 "Gramática de la Lengua Castellana Destinada al uso de los Americanos, Santiago Chile, primera ed. 1810, 2 da. ed. 1847

por Rufino

J. Cuervo, con observaciones de Niceto Alcalá - Zamora y Tórres 1945.

DUBOIS, J., GIACOMO, M. y Otros.

1986 "Diccionario de Lingüística", ed. Alianza, Versión española, Ortega; Adaptación Yllera. España.

FENTE GOMEZ,

RAFAEL; FERNANDEZ A. J.; FEIJO L.G. 1972 "Perífrasis Verbales", 2da ed. Colección problemas básicos del español, Sociedad general Española de Librerías, S.A. Madrid.

HERNANDEZ A., CESAR

1984 "Gramática Funcional del Español", Biblioteca, Románica Hispánica, ed. Gredos, Madrid.

KENISTON, HAYWARD.

1936 "El Aspecto Verbal en Español", Hispanía.

MENDOZA JOSE G.

1991 "El Castellano Hablado en La Paz, Sintaxis Divergente", Talleres Gráficos de la facultad de Humanidades y Cs. de la

Educación, UMSA La Paz-
Bolivia.

1992 "Gramática Castellana, Con
referencia a la variedad hablada en
Bolivia", Papiro, La Paz- Bolivia.

MERINO A., PALACIO J.P. Y OTROS.

1979 "Diccionario de la Lengua
Española", Ediciones Nauta,
Barcelona.

PORTO DAPENA, ALVARO.

1987 "El Verbo y su Conjugación",
Madrid.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.

1973 "Esbozo de una Gramática de la
Lengua Española, Espasa- Calpe.
S.A., Madrid.

1994 "Gramática de la Lengua Española",
Emilio Alarcos Llorach,
Colección Nebrija y Bello, Espasa
- Calpe S.A. Madrid.

SASTRE RUANO, Ma. ANGELES.

1995 "El Indicativo", ed. Colegio de
españa, Centro internacional del
estudio del español, Colección
problemas fundamentales del
español ed. España.

YLLERA, ALICIA.

1980 "Sint xis Histórica del Verbo
Español: Las Perífrasis
Medievales", Departamento de
Filología Francesa,

Universidad de Zaragoza ed. INO-
Reproducciones.

Canica: Arma Mortal
Demostración científica del Fallecimiento de Jonathan Quispe Vila
Ciudad El Alto, Mayo 24, 2018

Marble: Deadly Weapon
 Scientific Demonstration of the Death of Jonathan Quispe Vila
 El Alto City, May 24, 2018

Campos Ugarte Edwin
 Carrera Derecho – UPEA

RESUMEN

La demanda de mayor presupuesto para la sostenibilidad y estabilidad económica en el tiempo de la Universidad "U.P.E.A", registró, el fallecimiento de Jonathan Quispe Vila (24, mayo 2018), estudiante del primer año, carrera - Comunicación Social. Causa de muerte, "canica" (bolita de cristal), disparado por una escopeta Mossberg Made in USA, propiedad de la Policía boliviana. Autor material: Sbtte. Cristian Casanova Condori. Inicialmente, el Gobierno informo que el joven perdió la vida por impacto de bala, luego afirmó que el *deceso* fue por una canica lanzada por un petardo, utilizado por los manifestantes de la U.P.E.A., llamado "*la coartada de la canica*", para finalmente reconocer la *tesis de la U.P.E.A.*, "la canica fue disparada por un policía de la U.T.O.P."

Palabras claves: canica, escopeta, muerte, impacto de bala.

ABSTRACT

The demand of greater budget for the sustainability and economic stability in the time of the University "U.P.E.A", registered, the death of Jonathan Quispe Vila (24, May 2018), student of the first year, career - Social Communication. Cause of death, "marble" (crystal ball), shot by a shotgun Mossberg Made in USA, owned by the Bolivian police. Material author: Sbtte. Cristian Casanova Condori. Initially, the Government reported that the young man lost his life by bullet impact, then stated that the death was due to a marble thrown by a firecracker, used by UPEA protesters, called "the alibi of the marble", to finally recognize the thesis of the UPEA, "the marble was fired by a UTOP policeman".

keywords: Marble, shotgun, death, bullet impact

Introducción

Tras la muerte del Lic². Jonathan Quispe Vila producida por una canica, disparada por la Policía, el Ministro de Gobierno realizó una bullada Autopsia para "confirmar" que fue causada por

una bolita de cristal, obviamente que la explicación causa rabia y risas, luego que varias personas e instituciones filmaron y realizaron experimentos científicos. Algunos resultados circularon en las redes sociales, demostrando que un petardo no tiene la fuerza suficiente para disparar una bolita de vidrio y penetrar el cuerpo de una persona. El Ministerio de Gobierno

1 En Consejo Universitario, bajo resolución, se otorgó el título de Licenciado Post Mortem al Joven Jhonathan Vila.

defendía su versión de la autopsia, amenazó con enjuiciar a todos los acusadores de la policía.



La situación cambió al difundirse un video de una cámara de seguridad, donde Jonathan, ya herido, entra a una casa de El Alto con varios de sus compañeros, murió minutos después por efecto de la canica. El Gobierno y la Policía ya no pudieron mantener su mentira, que fue atacado por otro estudiante y cambiaron su interpretación "irrefutable". La ola de críticas ante la segunda mentira forzó la verdad, a medias, *"un efectivo policial si había disparado una canica con un arma, éste había actuado solo, de manera autónoma"*; dicción no creíble. Durante la etapa investigativa, en coordinación con la Comisión de Fiscales se realizaron pruebas científicas de balística, planimetría y dibujo forense, entre las más usuales.

2. Métodos y materiales

Los métodos de investigación utilizados en la presente investigación es la experimentación, la comparación, la entrevista, la observación y pericial (balística y planimetría y dibujo forense) en coordinación con el Instituto de Investigaciones Técnicas Científicas de la Universidad Policial "Mcal. Antonio José de Sucre" (IITCUP). Los materiales empleados Software libre de dibujo y diseño, válida para la elaboración de

la planimetría, técnicamente elaborado. Siete Videos de la cámaras filmadoras de las distintas tiendas de expendio de diferentes artículos, ubicadas en inmediaciones del lugar de los hechos. Escopeta modelo escort, arma de fuego calibre 12 de repetición, industria Hatsan, hecho en Turkey; cartuchos calibre 12 de 3 postas y 18 postas, propulsores. Petardos, conocidos como juego pirotécnico, tubo de cartón carga propulsora; proyectil esférico de vidrio (canica); cronógrafo balístico, plastilina de balística, cuaderno de investigación del Ministerio Público sobre el presente caso. Procedimiento normalizado de trabajo, medicina Forense. Publicaciones de medios de comunicación (periódicos).

3. Resultados

El examen tanatológico, quirúrgico efectuado en el cadáver de Jonathan, expresado en el certificado de defunción del 24 de mayo, 2018; elaborado por el Dr. Javier Mamani Acarapi, Dra. Rita Cristina Fernández Sulcani y Dr. John Peter Limachi Ramírez médicos forenses del Instituto de Investigaciones Forenses del Ministerio Público, han determinado que el Lic. Jonathan Quispe Vila de 20 años falleció como consecuencia de shock hipovolemico, laceración cardiaca pulmonar, traumatismo torácico abierto por objeto contuso perforante.

Tras la experimentación realizada en el examen pericial forense se tiene como resultado, que la velocidad a la que se propulsa un proyectil esférico de vidrio con un arma convencional es de 179, mt/s con la carga de un cartucho calibre 12 de 18 postas y una velocidad de 114,8 mt/s con la carga de un cartucho impulsor calibre 12. El diámetro ideal tanto del arma convencional con la que se va a

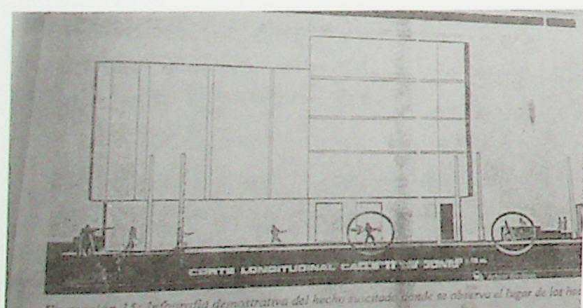
realizar el disparo y el proyectil esférico de vidrio como del cartucho al que se alojará, influyen en la velocidad del proyectil esférico de vidrio para su letalidad.

Sin embargo, se establece que la forma en la que es propulsado el proyectil esférico de vidrio con un arma convencional ocasiona *lesiones significativas* al blanco y que el proyectil esférico de vidrio propulsado por un arma no convencional (petardo) ocasiona *lesiones de menor consideración* en el blanco.

También se establece que las postas que contienen cartuchos calibre 12 mayor, pueden ser reemplazadas por un proyectil esférico de vidrio (canica) al igual que un cartucho impulsor.

Del análisis de los videos de las cámaras filmadoras se tiene una infografía demostrativa del hecho suscitado. Se observa el lugar de los hechos y las posibles posiciones del Sbtte. Casanova y la posición del señor Jonathan Quispe Vila. Infografía No. 1.

INFOGRAFÍA N° 1.



De los informes presentados por la Policía, declaraciones informativas y entrevistas realizadas a los testigos presenciales (estudiantes y docentes de la U.P.E.A.), se evidencia que el Sbtte. Casanova estuvo en el lugar de los hechos (represión a los manifestante en fecha 24 de mayo del 2018, Av. Juan Pablo II esquina calle 11 de junio – El Alto), como miembro de la

Policía, U.T.O.P., focalizó y disparó su escopeta, consecuencia, fallecimiento del Lic. Jonathan Quispe Vila, estudiante de la U.P.E.A. Motivo por cual, el subteniente fue imputado por el Ministerio Público por el delito de ASESINATO, y el Juez de Instrucción en lo penal, dispuso la detención preventiva en el penal de San Pedro.

4. Discusión y Análisis

Del análisis efectuado, los resultados obtenidos por los métodos y materiales *dubitados*, descritos al exordio, se tiene que la canica es un arma mortal, pues puede ocasionar la muerte de una persona.

Que los Policías pueden y tienen acceso a cartucho con canicas, mismo que pueden ser disparados con una escopeta que son armas convencionales y de propiedad de la Policía Boliviana para reprimir manifestaciones.

La práctica de reprimir a los manifestantes con canicas lanzadas por armas especiales fue usada en Venezuela, donde se provocó varias muertes en las protestas del año 2016 y 2017, son técnicas que pasan de un país a otro para hacer más efectiva la represión y tratar de exculpar a la Policía, y condenar a las propios manifestantes.

Conclusión

Jonathan Quispe Vila es herido de muerte con una canica de vidrio mediana que le perfora el centro del pecho y le provoca una hemorragia interna. Certificado por instancias competentes, la canica penetra el corazón y sus pulmones, luego de pasar por medio de sus costillas.

Del testimonio informal brindado por el Subteniente Casanova ante el Capitán René Tambo Morales, se asevera que la actuación en la comisión del hecho delictivo

criminal investigado fue autónoma, porque no se consiguió elemento, documento o instrucción alguna que facilite al referido funcionario el empleo de equipo y munición alterada.

En el hombre hay un instinto simpático hacia la verdad que se opone a la mentira, frecuentemente éste instinto, ayudado por el remordimiento del delito cometido, se hace irresistible, venciendo la fuerza del interés contrario que impulsa a mentir, por tanto, si bien no se cumplen las reglas procesales, esta admisión de culpa se ha realizado espontáneamente.

Bibliografía

Periódico Pagina Siete, editorial de fecha 07 de junio del 2018, "Implicancias de la Muerte de Jonathan".

Agencia de información ANF, de fecha 25 de mayo del 2018 "Cronología de la muerte de un Universitario de la U.P.E.A"

IITCUP, Policía Boliviana, Universidad Policial "Mcal. Antonio José de Sucre", informe técnico pericial de balística NO. 05/2018 de fecha 01 de junio del 2018.

IITCUP, Policía Boliviana, Universidad Policial "Mcal. Antonio José de Sucre", informe técnico Pericial No. 02/18 de Planimetría y dibujo forense.

Técnicas de Evaluación en Proyectos de Inversión, bajo Modelo determinístico Y Estocástico, Caso de Aplicación con Crystal Ball

Evaluation Techniques in Investment Projects, under the deterministic and stochastic model, Application Case with Crystal Ball

Camiño García, Eliseo

RESUMEN

La inversión y la rentabilidad van acompañados de riesgos de variabilidad. Estos están supeditados a los pronósticos de probabilidad. Este estudio pretende enfocar la relación de técnicas de evaluación de proyectos de inversión de ingeniería, financiera, de negocios o técnica para validar las decisiones, optimizar los recursos escasos, maximizar la rentabilidad o efectividad de un proyecto. La técnica utilizada se centra en la herramienta informático: software Oracle Crystal Ball, su aplicación puede reducir riesgos e incertidumbre en las expectativas planteadas. Se compara un modelo financiero determinístico (evaluación tradicional) con un modelo de "análisis de riesgo" con la construcción del modelo estocástico (probabilístico) que incorpora criterios *más sensibles* en el análisis de variables y proyectar la influencia de la variabilidad con valoración más precisa en las decisiones de inversión. Los resultados obtenidos, aplicado a una empresa, bajo el modelo determinístico, los principales indicadores de evaluación, Rentabilidad de la Inversión es 33.12% (TIR). En este sentido, bajo el esquema comparativo, la probabilidad de lograr un TIR del 33% es del 49,75%. En cuanto a la Rentabilidad Neta del proyecto conocida como Valor Actual Neto VAN se evidencia que, el proyecto al cabo de su vida útil y/o operación programada generará un ahorro neto de \$us. 5.767,39. En este caso, la probabilidad de alcanzar un Ahorro neto al cabo de la vida útil del proyecto es de 49,69%; de la misma forma el Índice de Rentabilidad refleja un valor de 0.53, que equivale al 53% de ahorro neto con respecto a la inversión total.

Palabras clave: Proyectos de inversión, unidades económicas, cristal ball, vida útil, modelación.

ABSTRACT

Investment and profitability are accompanied by risks of variability. These are contingent upon probability forecasts. This study aims to focus the relationship of evaluation techniques of engineering, financial, business or technical investment projects to validate decisions, optimize scarce resources, maximize the profitability or effectiveness of a project. The technique used focuses on the computer tool: Oracle Crystal Ball software, its application can reduce risks and uncertainty in the expectations raised. We compare a deterministic financial model (traditional evaluation) with a "risk analysis" model with the construction of the stochastic (probabilistic) model that incorporates more sensitive criteria in the analysis of variables and project the influence of variability with more accurate valuation in Investment decisions. The obtained results, applied to a company, under the deterministic model, the main evaluation indicators, Investment Profitability is 33.12% (IRR). In this sense, under the comparative scheme, the probability of achieving an IRR of 33% is 49.75%. Regarding the Net Profitability of the project known as Net Present Value NPV, it is evident that the project at the end of its useful life and / or programmed operation

will generate a net saving of \$ us. 5,767.39. In this case, the probability of achieving a Net Saving at the end of the useful life of the project is 49.69%; in the same way, the Profitability Index reflects a value of 0.53, which is equivalent to 53% of net savings with respect to the total investment.

Keywords: Investment projects, economic units, crystal ball, useful life, modeling.

Introducción

Según Fontaine (1997), en alguna época, se pensó que el crecimiento económico de un país dependía fundamentalmente del monto de recursos que se destinaba a la inversión, lo que exigía sacrificios a la sociedad al tener que destinar parte importante de su producción a inversión. Hoy en día está demostrado que "[...] *el crecimiento económico de los países depende tanto de la cantidad como de la calidad de las inversiones emprendidas por sus sectores privados y público*", y que para ello es necesario llevar a cabo los proyectos más rentables, y la única forma de lograr este propósito es: reducir, disminuir, aminorar, dos aspectos fundamentales que son: riesgo e incertidumbre.

Por otra parte, Sapag Nassir (2007) hace hincapié en el análisis o evaluación de un proyecto de inversión, el riesgo y la incertidumbre son dos factores que se presentan con frecuencia. El riesgo considera que los supuestos de la proyección se basan en probabilidades de ocurrencia que se pueden estimar, el segundo se enfrenta a una serie de eventos futuros a los que es imposible asignar una probabilidad. Es decir, existen riesgos, cuando los posibles escenarios con sus resultados se conocen y existen antecedentes para estimar su distribución de frecuencia y hay incertidumbre cuando los escenarios o su distribución de frecuencia se desconocen.

Partiendo de los supuestos teóricos anteriores, el presente estudio aborda la siguiente pregunta de investigación:

¿Es posible, a través de técnicas de

modelación, que incluya probabilidades en el comportamiento de las variables, determinar la factibilidad de un proyecto de inversión donde el punto de partida y comparación es el modelo determinístico como parte complementaria?

La presente investigación pretende comparar las técnicas de evaluación, considerando la importancia que tiene la toma de decisiones al interior de las unidades, denominadas *Agentes Económicos*, encargadas de realizar inversiones. Conocido, como, *asignación de recursos* con propósitos de lograr un objetivo con diferentes factores, que le afectan directa o indirectamente. Hoy en día, han surgido nuevas herramientas de análisis que permiten al *tomador de decisiones*, generar diferentes escenarios y crear una simulación. Como el *Método de Montecarlo*. Esta acción de simulación disminuye el riesgo y la incertidumbre, mostrando ventajas y desventajas en el ámbito de la evaluación de proyectos.

A partir de la construcción del modelo financiero determinístico (evaluación tradicional) se incorpora un nuevo modelo conocido como "análisis de riesgo" con la construcción un modelo estocástico (probabilístico) que permite incorporar criterios *más sensibles* en el análisis de variables, A través de la determinación de las distribuciones de probabilidades que las caracterizan, proyectar la influencia de la variabilidad que pueden tomar sus valores a lo largo del tiempo en los resultados financieros que se evalúan antes de tomar las decisiones de inversión.

En este sentido, se afirma que las técnicas

de evaluación en proyectos de inversión, que incorporen modelos "estocásticos" permite al tomador de decisiones contar con mayores criterios en la selección de indicadores de evaluación.

Dentro de ese marco, con la utilización del software Crystal Ball nos permitirá generar simulaciones de Montecarlo para obtener resultados de distribuciones probabilísticas de variables de salidas, las cuales comparadas con los valores del modelo determinístico nos permitirá tener la debida certeza razonable sobre la posibilidad de obtener los resultados esperados.

Sobre la base de las ideas expuestas, la presente investigación tuvo como objetivo de comparar la relación de técnicas de evaluación de proyectos entre un *modelo tradicional denominado determinístico* (siendo común entre los profesionales del rubro de proyectos) y la aplicación de un modelo "analizados de riesgos" que permita identificar los riesgos financieros en un proyecto de inversión y contribuir a la toma de decisiones a los *agentes económicos*.

2. Materiales y Métodos

Se utilizó la técnica de Montecarlo como herramienta informático a través de Crystal Ball y el modelo financiero determinístico (evaluación tradicional)

El software Crystal Ball es una herramienta de Excel que permite crear simulaciones por medio de probabilidades, analizando el promedio de las variables en relación con un mínimo o máximo de ocurrencia.

2.1. Proceso del modelo probabilista con simulación de Montecarlo

El modelo debe contener dos tipos de variables para poder realizar la simulación: supuestos probabilistas, conocidos, también, como variables de entrada y variables de apuesta o de pronóstico.

En este caso, los supuestos probabilistas corresponden a aquellas variables independientes, sobre las cuales, se tiene incertidumbre. La incertidumbre se representa mediante distribuciones de probabilidad, de modo que en el proceso de simulación se obtendrán valores aleatorios de las distribuciones definidas.

Por otro lado, las variables de apuesta o de pronóstico son aquellas variables dependientes que soportan una decisión; al ser dependientes, en el proceso de simulación, éstas variables mostrarán un impacto determinado por las variaciones aleatorias de los supuestos probabilistas.

En este sentido, los experimentos de simulación se realizan con el objetivo de modificar los supuestos probabilistas del modelo en forma aleatoria, un número suficiente de veces, de modo que sea posible identificar la distribución de probabilidad de las variables de apuesta. De esta forma, se puede calcular la probabilidad de obtener un resultado.

2.2. La herramienta Crystal Ball

Crystal Ball es un software complemento de Microsoft Excel capaz de realizar simulación Montecarlo, análisis de pronósticos y series de tiempos y optimización estocástica, generando resultados gráficos y numéricos que expresan los resultados de su análisis de riesgo.

Figura 1

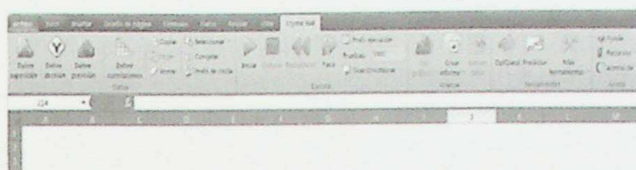
Logo de Oracle Corporation



Crystal Ball se localiza dentro de la hoja de cálculo como una nueva pestaña ubicada en la barra del menú y que una vez seleccionada muestra las diferentes aplicaciones a utilizar como se observa en la figura 2.

Figura 2

Barra de herramientas Crystal Ball

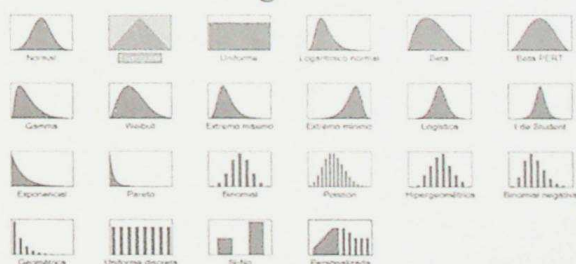


2.2.1. Distribuciones de probabilidad en Crystal Ball

Una simulación calcula múltiples escenarios de un modelo de manera repetitiva ejemplificando valores tomados desde las distribuciones de probabilidad para variables inciertas y así usar estos valores en las celdas. Las simulaciones de Crystall Ball pueden realizar tantos ensayos (o escenarios) como se requiera.

En este sentido, Crystall Ball durante un solo ensayo selecciona aleatoriamente un valor de las posibilidades definidas (rango y forma de la distribución) para cada variable incierta y luego recalcula la hoja de trabajo. Los tipos de distribución incluyen tipos de distribución como se observa en la figura 3:

Figura 3



2.3. Desarrollo de estudio de caso del proyecto (construcción del modelo determinístico)

En la construcción del modelo se pretende incorporar un proyecto tipo y característico de un proyecto privado que busca cualidades ventajas en la asignación de recursos financiero con único propósito, obtener un positivo flujo neto de caja; a continuación se presenta información financiera:

Cuadro N° 1

INVERSION TOTAL REQUERIDA
(con IVA en \$us.)

N°	DETALLE	VALOR
1	Inversion Fija	9,500.00
	Terrenos	5,000.00
	Maquinarias y equipos	1,000.00
	Edificios	-
	Muebles y enseres	500.00
	Vehiculos	-
	Obras civiles e instalaciones	3,000.00
	Otros	
2	Inversión diferida	810.00
	Estudio y/o investigaicones	200.00
	Gastos organización	300.00
	Gastos de puesta en marcha	200.00
	Gastos en patentes y licencias	50.00
	Interés de pre-operación	60.00
	Otros	
3	CAPITAL DE TRABAJO	4,500.00
	INVERSIÓN TOTAL (1+2+3)	14,810.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 2

ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO
(En \$us.)

N°	DETALLE	FUENTE		TOTAL
		Interna	Externa	
1	Inversion Fija	5,500.00	4,000.00	9,500.00
	Terrenos	5,000.00	-	
	Maquinarias y equipos	-	1,000.00	
	Edificios	-	-	
	Muebles y enseres	500.00	-	
	Vehiculos	-	-	
	Obras civiles e instalaciones	-	3,000.00	
	Otros	-	-	
2	Inversión diferida	810.00	-	810.00
	Estudio y/o investigaicones	200.00	-	
	Gastos organización	300.00	-	
	Gastos de puesta en marcha	200.00	-	
	Gastos en patentes y licencias	50.00	-	
	Interés de pre-operación	60.00	-	
	Otros	-	-	
3	CAPITAL DE TRABAJO	4,500.00	-	4,500.00
	INVERSIÓN TOTAL (1+2+3)	10,810.00	4,000.00	14,810.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 3

PROYECCION ANUAL DE COSTOS NETOS (sin IVA en \$us.)

N°	DETALLE	OPERACIÓN			
		1	2	3	4
1	COSTO FIJO	2,667.50	2,667.50	2,525.25	2,365.94
	Costo de administracion	300.00	300.00	300.00	300.00
	Costo de comercializacion (ven)	400.00	400.00	400.00	400.00
	Costo financiero	480.00	480.00	337.75	178.44
	Amortización diferida	202.50	202.50	202.50	202.50
	Costos contables	475.00	475.00	475.00	475.00
	Impuesto y patentes	10.00	10.00	10.00	10.00
	Materiales indirectos	200.00	200.00	200.00	200.00
	Mano de Obra indirecta	500.00	500.00	500.00	500.00
	Gasto generales	100.00	100.00	100.00	100.00
2	COSTO VARIABLE	2,300.00	2,300.00	2,300.00	2,300.00
	Materia prima	1,000.00	1,000.00	1,000.00	1,000.00
	Costo de comercializacion (dis)	300.00	300.00	300.00	300.00
	Materiales directos	400.00	400.00	400.00	400.00
	Mano de obra directa	600.00	600.00	600.00	600.00
3	COSTO TOTAL (1+2)	4,967.50	4,967.50	4,825.25	4,665.94

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 4

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS (sin IVA en \$us)

N°	DETALLE	OPERACIÓN			
		1	2	3	4
1	INGRESO TOTAL	7099.20	8331.12	8331.12	8331.12
	Ingresos por venta del producto	7099.20	8331.12	8331.12	8331.12
	Otros ingresos				
2	COSTO TOTAL	4967.50	4967.50	4825.25	4665.94
a)	Costo fijo	2667.50	2667.50	2525.25	2365.94
	Costo de Administración	300.00	300.00	300.00	300.00
	Costo de Comercialización	400.00	400.00	400.00	400.00
	Costo financiero	480.00	480.00	337.75	178.44
	Amortización diferida	202.50	202.50	202.50	202.50
	Costo contable	475.00	475.00	475.00	475.00
	Impuestos y patentes	10.00	10.00	10.00	10.00
	Materiales indirectos	200.00	200.00	200.00	200.00
	Mano de obra indirecta	500.00	500.00	500.00	500.00
	Gastos generales	100.00	100.00	100.00	100.00
b)	Costo Variable	2300.00	2300.00	2300.00	2300.00
	Materia prima	1000	1000	1000	1000
	Costos de Comercialización (dis)	300	300	300	300
	Materiales directos	400	400	400	400
	Mano de obra directa	600	600	600	600
3	UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO (1-2)	2131.70	3363.62	3505.87	3665.18
4	Impuesto transacciones	244.80	-184.45		
5	UTILIDAD IMPONIBLE (3-4)	1886.90	3548.07	3505.87	3665.18
6	Impuesto Utilidad 25%	471.73	887.02	876.47	916.30
7	UTILIDAD CONTABLE 5-6	1415.18	2661.05	2629.40	2748.89

Fuente: Elaboración propia

CUADRO N° 5

FLUJO DE CAJA FINANCIERO (con IVA en \$us.)

N°	DETALLE	PRE-OPERACIÓN	OPERACIÓN			
			1.00	1.00	3.00	4.00
1	INGRESO EFECTIVO (con IVA)		9,516.16	10,381.26	10,083.99	16,851.04
	Ingresos por Ventas		9,516.16	10,381.26	10,083.99	9,751.04
	Valor de salvamento					2,400.00
	Capital de trabajo					4,500.00
	Venta de activos					
	Otros ingresos					
2	EGRESOS EFECTIVOS (con IVA) a + b + c	10,810.00	4,314.20	6,051.51	6,522.70	6,979.25
a)	Costo de la inversión total	10,810.00				
	Inversión Fija	5,500.00				
	Inversión diferida (sin intereses de pre-operación)	810.00				
	Capital de trabajo	4,500.00				
b)	Costo efectivo de producción (CF + CV)		3,886.79	3,886.79	3,744.54	3,585.22
	* Costo Variable		1,944.81	1,944.81	1,944.81	1,944.81
	Materia prima		899.99	899.99	899.99	899.99
	Material Directo		300.00	300.00	300.00	300.00
	Mano de obra directa		400.00	400.00	400.00	400.00
	Comercialización (distribución)		344.82	344.82	344.82	344.82
	* Costo Fijo		1,941.98	1,941.98	1,799.73	1,640.42
	Costo de Administración		311.70	311.70	311.70	311.70
	Costo de Comercialización		410.40	410.40	410.40	410.40
	Costo financiero		480.00	480.00	337.75	178.44
	Impuestos y patentes		10.00	10.00	10.00	10.00
	Materiales indirectos		229.88	229.88	229.88	229.88
	Mano de obra indirecta		500.00	500.00	500.00	500.00
c)	Amortización Prestamo			1,185.40	1,327.64	1,486.56
d)	Impuestos Nacionales		427.41	979.33	1,910.51	1,907.06
	Pago IVA (10-1)		-269.11	276.76	1,034.05	990.77
	Impuesto Transacciones Efectivamente pagado		244.80	-184.45		
	Impuesto Utilidades		471.73	887.02	876.47	916.30
3	FLUJO DE CAJA FINANCIERO (1 - 2)	-10,810.00	5,201.96	4,329.75	3,301.29	9,871.79

Fuente: Elaboración propia

2.3.1. Modelo determinístico

Al realizar los cálculos respectivos para evaluar el proyecto con las bondades respectivas, se obtienen los resultados

INDICADOR	RESULTADO
VALOR ACTUAL NETO	5,767.39
TASA INTERNA DE RETERNO	33.12%
INDICE DE RENTABILIDAD	0.53

Fuente: Elaboración propia

Según el estudio del modelo determinístico, el proyecto generará una **Tasa Interna de Retorno (TIR) del 33,12%** lo cual es muy

atractivo para los inversionistas ya que su objetivo de acuerdo al costo del capital, era obtener al menos un 12% de rendimiento sobre su inversión, por lo que se aceptaría realizar la inversión.

En este sentido, en el horizonte del proyecto se estima obtener un Valor Anual Neta (VAN) de \$us. 5.767,39 que representan una generación de ingresos muy influyente para que los inversionistas decidan incursionar en este proyecto.

En este sentido, la tasa de Índice de rentabilidad (IR) generará por una unidad de inversión retorna 0,53 unidades de valor actualizado neto; esto en términos globales se puede señalar que le valor actual neto de inversión representa un 53% sobre la inversión total.

2.3.2. Modelación estocástico probabilístico

El objetivo de la investigación es construir un modelo probalístico, para lo cual se realiza un proceso de simulación, con la intención de generar escenarios a través de métodos repetitivos que permitan cuantificar el efecto de cambios en los factores de las variables de salida o de resultados.

Atendiendo a estas consideraciones, a continuación procedemos a recopilar la información histórica de los datos de cada una de las variables involucradas, para determinar sus características de ubicación, dispersión y forma, tomada del modelo determinístico:

Inversión: es una de las variables relevantes, considerada bajo los siguientes criterios como se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 7:

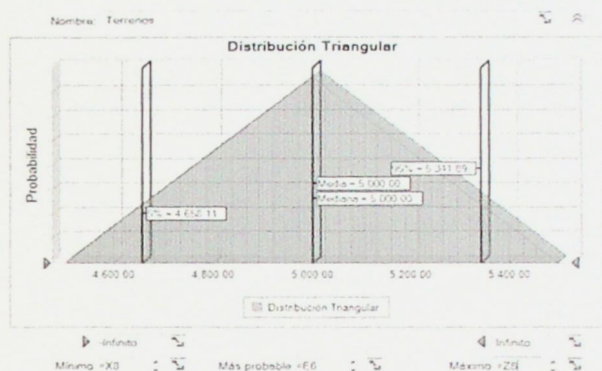
INVERSION	MINIMO	PROBABLE	MAXIMO
Terrenos	2000	5000	7000
Maquinarias y equipos	500	1000	2000

Fuente: Proyecto, situación de incertidumbre

Por otra parte es necesario tomar en cuenta que, con los valores de criterio aleatorio la inversión en terreno, presenta un valor mínimo es de \$us. 2000, probable es de \$us 5000 y como máximo que incurra el proyecto es de \$us 7000 cuya distribución emplearemos de forma triangular:

Figura N° 4

Distribución triangular inversión terrenos

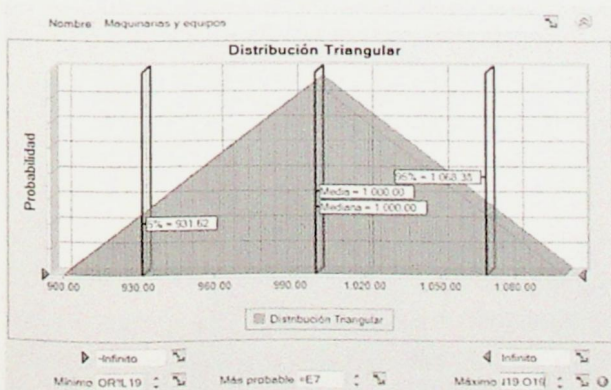


Fuente: Reporte de salida Cristal Ball

Bajo el mismo criterio, se considera que la adquisición de maquinarias y equipos presenta una variación como mínimo en \$us. 500, como probable es \$us. 1000 y como máximo es \$us. 2000, cuya distribución asumida es de forma triangular, como se observa en la figura 5.

Figura N° 5:

Distribución Triangular Maquinaria y Equipos

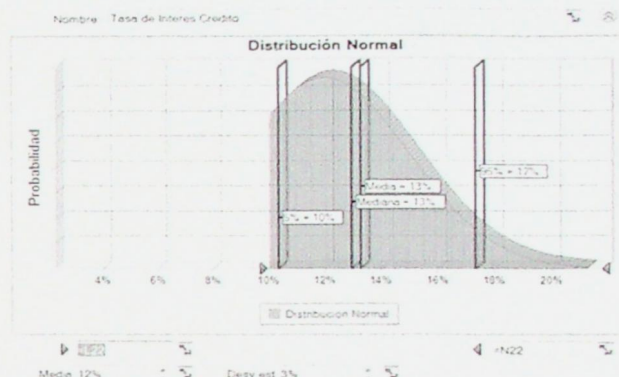


Fuente: Reporte de salida Cristal Ball

Tasa de interés: tasa del costo financiero por créditos externos asumidos para financiar el proyecto, es considerada los siguientes criterios: 12% como promedio, mínimo 10% y como máximo es del 25% con desviación estándar del 3%. Como se observa la distribución es normal.

Figura N° 6

Distribución normal Tasa de interés

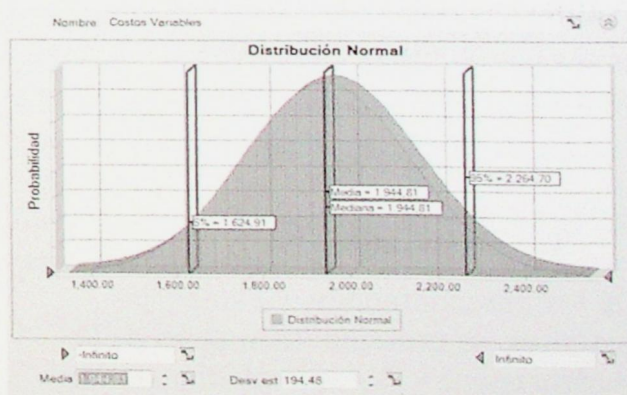


Fuente: Reporte de salida Cristal Ball

Costos Variables: Asumimos que la variación de la misma se considera como límite inferior es de \$us. 1000 y como promedio \$us. 2300 y con una desviación estándar de 5%, como se observa en la figura 7.

Figura N° 7:

Distribución normal Costos Variables

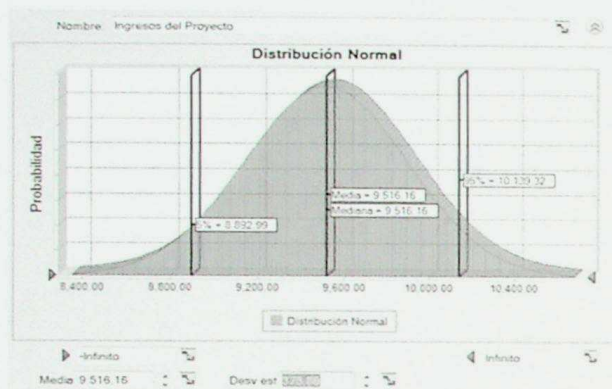


Fuente: Reporte de salida Cristal Ball

Ingresos del proyecto sin impuesto: Otra variable a considerar, bajo los siguientes criterios, promedio es \$us. 8.279,17 con una desviación estándar del 5%.

Figura N° 8

Distribución normal Ingresos del proyecto



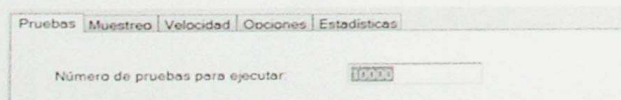
Fuente: Reporte de salida Cristal Ball

2.3.3. Simulación de Montecarlo en el modelo aleatorio

Una vez determinadas las distribuciones de probabilidades, se aplican éstas en la definición de supuestos del Crystall ball y se realiza la simulación tipo Montecarlo, con 10.000 (diez mil) ensayos para hallar el grado de sensibilidad de las variables de resultado obtenidas a partir del comportamiento de las variables de entrada, tal como se muestra en la figura 9 que se presenta a continuación:

Figura N° 9:

Número de ensayos y nivel de confianza en Crystal Ball



3. Resultados

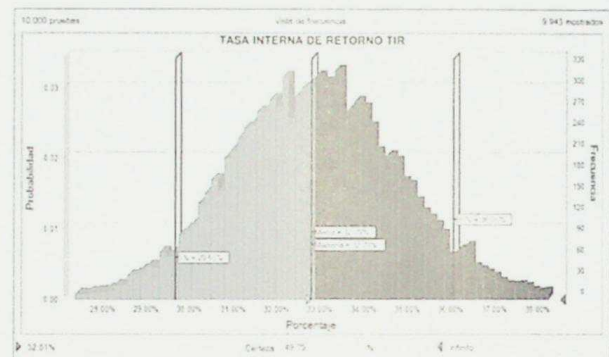
De los procedimientos y evidencias descritos, se presenta las síntesis de las evidencias:

Se ha diseñado un estudio de caso genérico de planillas de tipo flujo de Caja, aplicable en estudio de proyectos rentables. Asimismo, se ha aplicado una simulación aleatoria de probabilidad mediante Modelo Montecarlo de 10.000

escenarios de posibles casos de ocurrencia. En consecuencia, se ha recurrido como herramienta a una aplicación de aplicación informático como es el CrystalBall.

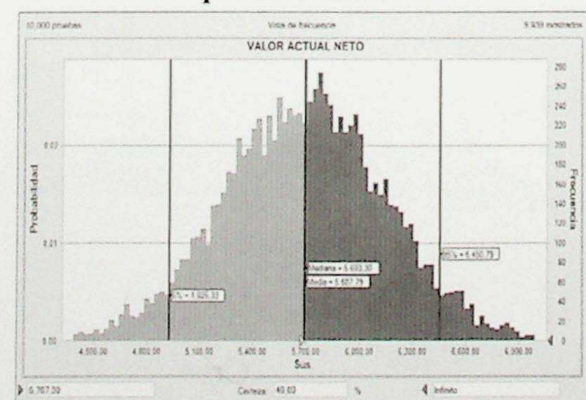
En efecto, bajo el modelo determinístico que los principales indicadores de evaluación como es el caso de la Rentabilidad de la Inversión es del 33,12% (TIR). En este sentido, bajo el esquema comparativo, la probabilidad de lograr un TIR del 33% es del 49,75%.

Figura 10: Valores esperados de TIR según modelo probabilístico



En cuanto a la Rentabilidad Neta del proyecto conocida como Valor Actual Neto VAN se evidencia que, el proyecto al cabo de su vida útil y/o operación programada generara un ahorro neto de \$us. 5.767,39. En este caso, la probabilidad de alcanzar un Ahorro neto al cabo de la vida útil del proyecto es de 49,69%; de la misma forma el Índice de Rentabilidad refleja un valor de 0.53, que equivale al 53% de ahorro neto con respecto a la inversión total.

Figura 11: Valores esperados del Valor Actual Neto según modelo probabilístico



Fuente: Reporte de salida Cristal Ball

Por otro lado cabe destacar en cuanto a la identificación de variables más sensibles que inciden (output) en la explicación de las probabilidades del conjunto del proyecto es: el ingreso del proyecto es la que más afecta de forma favorable con 53,5%, condicionada con la adquisición de maquinaria y equipos de forma favorable en un 9,9% y finalmente con la adquisición de terrenos del 6.8%. No obstante la tasa de interés afecta de forma negativa en un -15.7%, seguido por los costos variables del -14,1%.

4. Discusión

De los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir que la metodología en lo que concierne la evaluación de proyectos, su mayor relevancia es la generación de ganancia, consiguientemente se resume en la presentación de indicadores convencionales como: el VAN, TIR, IR, recuperación de capital, relación C/B y otros, que nos muestra su cualidad para proseguir en la etapa siguiente del ciclo proyecto.

La búsqueda de evidencias de un estudio de caso comparativo, donde se denominó modelo determinístico se ha diseñado un modelo de presentación de cuadros y flujo de caja para poder determinar los principales indicadores. Cuyo resultado muestra el indicador que es la Rentabilidad de la Inversión que nos muestra una Tasa Interna de Retorno "TIR" del 33.12%. No obstante al aplicar un modelo Estocástico probabilístico de alcanzar este nivel de rentabilidad solo es del 49,75%, considerando el nivel máximo es de 0.1 y lo que representaría es de solo 0.49. En este sentido, estamos seguros que no habrá un solo inversionista, ni profesional economista de recomendar en proseguir a la siguiente fase del proyecto.

Las ideas expuestas en el análisis hacen que se identifique al indicador de factibilidad que es el Valor Actual Neto

"VAN", con el mismo criterio como se muestra en los resultados lleva el valor de \$us. 5.767,39 de seguro como inversionista y dependiendo de la expectativa será racional alcanzar un ahorro considerando que mi inversión inicial es de tan solo de \$us. 5.000,00. Por consiguiente, con la incorporación del estudio probabilístico propuesto, la probabilidad de alcanzar del 100% y lograr finalmente generar al cabo del cierre del proyecto un ahorro neto de \$us. 5.767,39 es tan solo del 49,69%; en efecto, la probabilidad de contar con el ahorro neto calculado es nulo.

En este caso, analizar, las técnicas de evaluación de proyectos, sin desacreditar los indicadores de evaluación de proyectos planteados en el vasto material bibliográfico e incorporar una validación a través de la incorporación de modelos estocásticos probabilísticos (Modelo Montecarlo) generando escenarios de riesgo e incertidumbre que nos muestren criterios más cercanos a la realidad y que nos permite minimizar riesgos.

Por otro lado, de estos datos se puede concluir que, las variables más sensibles a la explicación de los escenarios de probabilidad serán: Las ventas principales del proyecto lo que repercutirá en mayores ingresos afectando positivamente, las tasas de interés en su fuente de financiamiento implica mayor costo para el proyecto y afectara negativamente al proyecto, los factores productivos como el acervo tecnológico siempre aportaran de forma positiva, incrementar el nivel de probabilidad.

Conclusiones

Como resultado de la investigación presentada, es posible concluir, que el objetivo de esta investigación se centró en demostrar como parte complementaria la construcción de ambos modelos financiero que permita evaluar las variables que inciden en mayor proporción a la consecución de los resultados de

la inversión en un proyecto, para lo cual, partiendo de la construcción del modelo determinístico, utilizamos el software Crystal Ball de Oracle para realizar simulaciones de Montecarlo y obtener un modelo que incluya variables aleatorias, que nos permite afirmar la complementariedad de los dos modelos analizados.

Por otro lado, el desarrollo de esta investigación permite establecer la relación existente entre el riesgo y la rentabilidad presente en todo proyecto de inversión, ya que la variabilidad de los resultados que se pueden obtener depende del comportamiento de las variables que lo componen y éstas inciden en la probabilidad de que los pronósticos cumplan con las expectativas planteadas, cuya deficiencia es la capacidad de seleccionar de forma aleatoria estas variables.

Dentro de ese marco, también se estable los principales tipos de riesgo a los que se expone un inversionista dependiendo de su perfil de riesgo, pudiendo ser considerados, entre otros como: la inversión, tasa de interés asumida por el costo financiero, comportamiento de los costos variables, el nivel de ingreso del proyecto (precio cantidad) y cómo estos en su análisis de sensibilidad pueda influir en el resultado de los modelos.

Asimismo, es posible evidenciar la comparación de los modelos determinístico y estocástico, que permite una mejor organización de mecanismos de toma de decisión.

Sin duda, el desarrollo de esta investigación permite comprender que el riesgo en que se puede incurrir al emprender en un proyecto de inversión utilizando un modelo determinístico, está relacionado con la no consideración de riesgo en algunas variables que componen el modelo financiero, generando aseveraciones de resultados que parecerían certeros en un 100%; pero que en la realidad no se

presentan así.

Finalmente se confirma que, la construcción de un modelo financiero probabilístico (estocástico), que incorpore el riesgo de las variables del proyecto tipo, que permite determinar con mayores elementos de juicio e incorporando análisis como el de sensibilidad.

Bibliografía

- SAPAG CAHIN, Nassir (2007) *Proyectos de Inversión. Formulación y evaluación*, Pearson, Prentice Hall, México.
- BACA URBINA, Gabriel (2006) *Evaluación de Proyectos*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México.
- BAZZANI, Carmen, y CRUZ Eduardo, (2008) *Análisis de Riesgo en Proyectos de Inversión*, Universidad Tecnológica de Pereira.
- MOHAMMAD R. Azarang y GARCIA Donna, Eduardo (1996) *Simulación y análisis de modelos estocásticos*, Primera Edición, McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. México.
- BARCELÓ, J. (1996) *Simulación de Sistemas Discretos*. Isdefe, Madrid.
- LEÓN SÁNCHEZ, Diana Patricia (2004) *Software de Análisis y Simulación de Riesgo*, Colombia.
- PAREDES ZARATE, Ramiro (1999) *Elementos de elaboración y Evaluación de Proyectos*, imprenta publicidad SANJINES, La Paz, Bolivia.
- FONTAINE R. Ernesto (1993) *Evaluación Social de Proyectos*, CIP Pontificia Universidad Católica de Chile, Beta impresiones, Santiago Chile.
- ORACLE CRYSTAL BALL (2014) *Guía de Inicio Crystal Ball*,

Decisioneering, Inc. Denver,
Colorado, USA 80202

CHARNES, John M. (2007) *Financial modeling with crystal ball and Excel*, Canadá, Publication Wiley finance

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto
(2006) *Metodología de la Investigación*, México Editorial McGraw-Hill 4ª. Edición.

Análisis Anual y Mensual de la Serie Histórica de Precipitación estacional Ciudad El Alto-La Paz Bolivia

Annual and Monthly Analysis of the Historical Series of Seasonal Precipitation City El Alto-La Paz Bolivia

Quispe Mamani, Juan Carlos
Lingüística –UPEA

RESUMEN

En el ciclo del agua la precipitación es un elemento importante, puesto que las precipitaciones tienen un impacto en el medio ambiente en general y su análisis representa el diseño y construcción de diferentes sistemas que impulsan la industrialización y el desarrollo local. El objetivo del presente estudio radica en analizar la precipitación a nivel anual y mensual de la estación que presenta más datos en el municipio de El Alto (Estación El Alto, Aeropuerto) durante el periodo 1944 – 2016. Los datos recolectados fueron sistematizados en planillas de Excel; los cuales fueron analizados a través de sus estadígrafos. Sobre las series anuales y mensuales se aplicó la prueba de bondad de ajuste Smirnov – Kolmogorov para determinar el mejor ajuste a una determinada distribución de probabilidades. Cuyos resultados fueron: a nivel anual la precipitación media fue de $608,81 \pm 93,48$ mm, con un CV de 15,35%. A nivel mensual los datos se ajustaron a una distribución de probabilidad normal con un $\alpha = 1\%$. La precipitación media para un año muy seco, seco, medio, húmedo y muy húmedo fue de 489,47; 512,30; 608,81; 705,33 y 728,16 mm. La distribución de probabilidad que más se ajustó a la serie mensual fue el de gamma de 3 parámetros con un $\alpha = 5\%$

Palabras claves: Precipitación, El Alto, distribución de probabilidad, simirov - Kolmogorov.

ABSTRACT

In the water cycle, precipitation is an important element, since rainfall has an impact on the environment in general and its analysis represents the design and construction of different systems that promote industrialization and local development. The objective of this study is to analyze the annual and monthly precipitation of the station that presents the most data in the municipality of El Alto (El Alto Station, Airport) during the period 1944 - 2016. The data collected were systematized in spreadsheets Excel; which were analyzed through their statisticians. On the annual and monthly series, the Smirnov - Kolmogorov goodness of fit test was applied to determine the best fit to a certain distribution of probabilities. The results were: annual average precipitation was 608.81 ± 93.48 mm, with a CV of 15.35%. On a monthly basis, the data were adjusted to a normal probability distribution with $\alpha = 1\%$. The average rainfall for a very dry, dry, medium, humid and very humid year was 489.47; 512.30; 608.81; 705.33 and 728.16 mm. The probability distribution that was most adjusted to the monthly series was the gamma of 3 parameters with $\alpha = 5\%$

Keywords: Precipitation, El Alto, probability distribution, simirov - Kolmogorov.

Introducción

En el ciclo del agua, la lluvia es un elemento importante para el funcionamiento del mismo, puesto que a partir de las lluvias; el suelo, la vegetación, los microorganismos y los animales reciben el agua para su mantenimiento y supervivencia.

Para que la precipitación se dé como tal se debe cumplir tres condiciones: un estado de saturación, debe producirse un cambio de estado de la humedad presente en la atmósfera el cual se encuentra en estado de vapor y finalmente un incremento de la masa de las gotas de agua para que caigan por efecto de la gravedad (Fattorelli y Fernández, 2011).

En general, se tienen tres tipos de precipitación: precipitación ciclónica, que se produce por el contacto de dos masas de aire a diferente temperatura y humedad, precipitación orográfica, el cual se debe por el ascenso de masas de aire por las laderas de las montañas y la precipitación convectiva, que se da por el ascenso de grandes alturas de masas de aire húmedo (Villón, 2002).

La precipitación es una de las variables climáticas más importantes para las sociedades en general. Y también es una de las variables más aleatorias que se tienen en la naturaleza. En consecuencia esta variable debe ser analizada considerando este comportamiento aleatorio para el beneficio de la sociedad en general.

El análisis de las precipitaciones tiene múltiples aplicaciones en diversos campos de la ciencia como en la construcción de diferentes obras hidráulicas, diseño de carreteras, en el diseño y construcción de sistemas de riego, agua potable, sistemas de alcantarillado, etc. los cuales generan un impacto en el medio ambiente en general.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es analizar las precipitaciones de la estación de El Alto (Aeropuerto) desde el año 1944 hasta el año 2016, tanto a nivel

anual como mensual de la serie histórica.

2. Materiales y métodos

Se recolectó información de los datos de precipitación diaria de la estación El Alto (Aeropuerto), puesto que es la única estación localizada en el municipio de El Alto que cuenta con información climática de más de 70 años. El periodo de recolección de datos de precipitación correspondió al periodo 1944 al 2016; sin embargo, por la carencia de datos de algunos años, se los excluyó del análisis, obteniéndose una cantidad de 70 años de registro para su respectivo análisis.

La estación de El Alto, se encuentra ubicada en el municipio de El Alto, del Departamento de La Paz. Se encuentra localizada a $16^{\circ}30'37''$ de latitud sur y a $68^{\circ}11'55''$ de longitud oeste, a una altura de 4071 m.s.n.m. tal como se muestra en la siguiente figura.

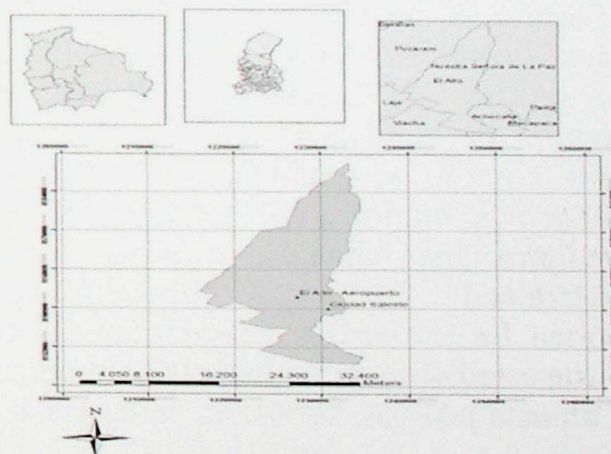


Figura 1. Mapa de ubicación de la estación El Alto – Aeropuerto (Elaboración propia en base al manejo de Arc GIS 10.2)

Conforme el mapa de localización se tienen además registros de la Estación Ciudad Satélite y de la estación El Alto SENAMHI. Estas estaciones no cuentan con la cantidad suficiente de registros para ser incorporados en este estudio.

Los datos recolectados de precipitación fueron colectados para su respectivo análisis en planillas de Excel. Estos datos se

ordenaron para determinar sus parámetros estadísticos tanto de manera anual como mensual de todo el periodo de registro. Los parámetros estadísticos determinados fueron el valor mínimo, máximo, rango, media, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, sesgo y curtosis.

Estos datos de precipitación se ajustaron a una distribución de probabilidad. Las distribuciones de probabilidad más utilizados en hidrología son:

- ✓ Distribución normal
- ✓ Distribución log normal
- ✓ Distribución gama de 2 y 3 parámetros
- ✓ Distribución Lo Pearson tipo III
- ✓ Distribución Gumbel
- ✓ Distribución Log Gumbel

(Cahuana y Yugar, 2009).

El ajuste de los datos de precipitación a una distribución teórica requiere el empleo de pruebas de bondad de ajuste. Las pruebas de bondad de ajuste se realizan para comprobar estadísticamente, si la frecuencia empírica de la serie de las precipitaciones anuales, se ajusta a una determinada función de probabilidades teórica. En este caso se realizó la bondad de ajuste estadístico de Smirnov-Kolmogorov (Cahuana y Yugar, 2009).

“La prueba de Smirnov – kolmogorov, consiste en comparar las diferencias existentes entre la probabilidad empírica de los datos de la muestra y la probabilidad teórica, tomando el valor máximo del valor absoluto, de la diferencia entre el valor observado y el valor de la recta teórica del modelo” (Cahuana y Yugar, 2009, p. 254).

Donde:

D: Estadístico de Smirnov – Kolmogorov

F(x): Probabilidad de la

distribución teórica

P(x): Probabilidad experimental o empírica de los datos

z Finalmente se calcula el valor crítico (Do) para un nivel de significancia α :

(Cahuana y Yugar, 2009).

Una vez determinado el mejor ajuste de los datos empíricos, conforme Heras (1983) citado por Mendoza (1994), para un año muy seco el valor promedio de la precipitación corresponde al 10% de probabilidad de no excedencia; para un año seco el valor promedio de la precipitación corresponde al 15% de probabilidad de no excedencia; para un año medio el valor promedio de la precipitación corresponde al 50% de probabilidad de no excedencia; para un año húmedo el valor promedio de la precipitación corresponde al 85% y para un año muy húmedo el valor promedio de precipitación corresponde al 90% de probabilidad de no excedencia.

3. Resultados

1.1. Nivel anual

Se realizó un análisis de las precipitaciones a un nivel anual en la Estación de El Alto para un periodo de 70 años, cuyos estadísticos descriptivos se indican en la siguiente tabla.

Tabla 1. Estadígrafos para la serie anual de precipitación en mm de El Alto (periodo 1944 - 2016).

Estadígrafo	Notación	Valor (población)
Numero de datos	n	70
Valor mínimo	X_{min}	323,70
Valor máximo	X_{max}	810,90
Rango	R	487,20
Mediana	Me	608,40
Media	$\bar{x}$	608,81
Varianza	S^2	8739,48
Desviación estándar	S	93,48
Coefficiente de variación	CV	0,15
Coefficiente de sesgo	C_s	-0,36
Coefficiente de curtosis	C_k	3,64

Fuente: Elaboración propia.

En la estación del municipio de El Alto (Aeropuerto) se tiene una precipitación

media de $608,81 \pm 93,48$ mm por año. Anualmente no existe mucha variación de la precipitación debido a que el CV fue de 15,35%, registrándose un valor máximo de 810,90 mm anuales y una precipitación mínima de 323,70 mm.

El coeficiente de sesgo obtuvo un valor negativo de $-0,36$, lo cual indica que la curva está sesgada a la izquierda o es negativa; el valor del coeficiente de curtosis de $3,64$ indica que la distribución de los datos es leptocúrtica (Chungara, 2015).

Si graficamos la variación de la precipitación media con respecto al periodo de tiempo considerado, donde la línea roja corresponde a la precipitación media anual igual a $608,81$ mm. se tiene la siguiente gráfica

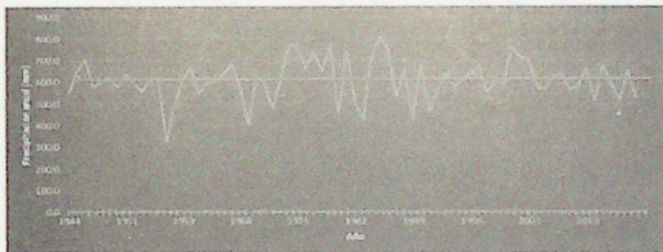


Figura 2: Precipitación anual Vs el tiempo de la estación El Alto (Aeropuerto) durante el periodo 1944 – 2016 (Elaboración propia).

Los datos de precipitación anual se ajustaron a la ley de probabilidades normal; la obtención de los parámetros de la distribución normal se realizó con el método de los momentos lineales donde el parámetro de media lineal (X_l) fue $608,81$ y la desviación estándar lineal (S_l) resultó $93,13$. Para comprobar el ajuste, se realizó la bondad de ajuste con el estadístico de Smirnov-Kolmogorov a un nivel de significancia del 1%, resultando el delta teórico $0,0601$ y el delta tabular igual a $0,1626$; por tanto, se comprueba que los datos se ajustan a la distribución normal.

Conforme Heras (1983) citado por Mendoza (1994), para un año muy seco el valor

promedio de la precipitación corresponde al 10% de probabilidad de no excedencia; para un año seco el valor promedio de la precipitación corresponde al 15% de probabilidad de no excedencia; para un año medio el valor medio de la precipitación corresponde al 50% de probabilidad de no excedencia; para un año húmedo el valor promedio de la precipitación corresponde al 85% y para un año muy húmedo el valor promedio de precipitación corresponde al 90% de probabilidad de no excedencia. En la siguiente tabla se observan estos promedios de precipitaciones.

Tabla 2. Precipitación media de la estación El Alto (Aeropuerto) para diferentes años.

Año	Precipitación media anual (mm)	Probabilidad de no excedencia (%)
Muy seco	489,47	10
Seco	512,30	15
Medio	608,81	50
Húmedo	705,33	85
Muy húmedo	728,16	90

Fuente: Elaboración propia en base a valores de probabilidad planteados por Mendoza (1994).

3.2. Nivel mensual

Aplicando las herramientas de la estadística descriptiva, se tienen sus descriptores para cada uno de los doce meses del año de la estación El Alto (Aeropuerto) para el periodo de 1944 – 2016.

Tabla 3. Estadígrafos para la serie mensual de precipitación expresada en mm.

Mes	Xmin	Xmax	Me	$\bar{x}$	S	CV (%)	Cs	Ck
Enero	47,70	244,50	131,30	135,73	46,63	34,35	0,09	2,40
Febrero	21,20	210,60	97,00	103,63	43,52	42,00	0,40	2,78
Marzo	13,80	171,20	72,95	76,01	38,71	50,93	0,41	2,81
Abril	0,00	75,90	29,70	32,16	18,04	56,09	0,31	2,34
Mayo	0,00	49,00	7,85	11,29	11,09	98,25	1,30	4,43
Junio	0,00	64,80	1,50	5,58	9,63	172,51	3,83	23,26
Julio	0,00	34,10	3,65	7,47	8,56	114,64	1,23	4,06
Agosto	0,00	100,30	8,30	14,38	18,29	127,20	2,58	11,02
Septiembre	0,00	100,20	28,55	32,07	23,09	71,99	0,95	3,76
Octubre	4,00	101,30	36,70	42,33	23,32	55,11	0,51	2,57
Noviembre	3,10	144,70	45,35	50,96	27,92	54,79	0,65	3,50
Diciembre	37,30	160,50	96,70	97,08	35,48	36,54	0,03	2,07

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar los meses más lluviosos

de la estación de El Alto (Aeropuerto) trabajando con un periodo de 70 años, se determinó los porcentajes de precipitación para cada mes tal como indica la siguiente gráfica.

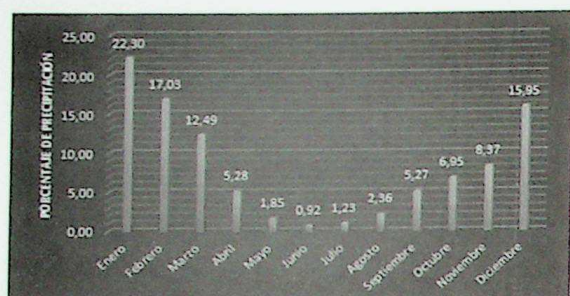


Figura 3. Porcentaje de lluvia anual por mes, periodo 1944 – 2016 en la estación El Alto (Aeropuerto) (Elaboración propia).

El ajuste de los datos mensuales a una distribución de probabilidades se realizó para cada mes dentro del periodo 1944 – 2016. En la siguiente tabla se tiene los valores del estadístico de Smirnov Kolmogorov (Δ teórico) y el valor crítico (Δ tabular) de la prueba de Smirnov-Kolmogorov.

Tabla 4. Valores del estadístico de Smirnov Kolmogorov (Δ) y valores críticos (Δ_0) para diferentes distribuciones de probabilidad en los doce meses del año.

Mes	Normal	LogNormal	Gamma 2	Gamma 3	Log	Gumbel	Log	Δ_0
		12	parámetro	parámetro	Pearson		Gumbel	5%
		s	s	s	Typo III			
Ene	0.0743	0.0912	0.0915	NC	NC	0.1171	0.1404	0.1626
Feb	0.0807	0.1027	0.0721	0.0548	NC	0.0684	0.1622	0.1626
Mar	0.0600	0.1109	0.0753	0.0472	NC	0.0819	*	0.1626
Abr	0.0795	NC	NC	0.0742	NC	0.0806	NC	0.1626
May	0.1450	NC	NC	0.1052	NC	0.1119	NC	0.1626
Jun	*	NC	NC	NC	NC	*	NC	0.1626
Jul	*	NC	NC	0.1721a	NC	0.1652 a	NC	0.1626
Ag	*	NC	NC	NC	NC	0.1444b	NC	0.1626
Sept	0.1099	NC	NC	0.0606	NC	0.0640	NC	0.1626
Oct	0.1401	0.0915	0.0757	0.1172	NC	0.1036	0.1223	0.1626
Nov	0.0930	0.1061	0.0930	0.0704	NC	0.0976	0.1602	0.1626
Dic	0.0843	0.1153	0.1011	NC	NC	0.1275	*	0.1626

Fuente: Elaboración propia.

* Los datos no se ajustan a la distribución de probabilidades al nivel de significación del 5%

NC No corresponde su cálculo a la distribución elegida

a Los datos ajustan a la distribución con un nivel de significancia del 1%

b Los datos se ajustan a la distribución con momentos lineales al 5% de significación

Con un nivel de significancia del 5% y aplicando el método de los momentos ordinarios, se seleccionaron de la anterior tabla las distribuciones que mejor se ajustan a los datos para cada uno de los meses.

Tabla 5. Distribuciones de probabilidad seleccionados para los doce meses del año en la estación de El Alto (Aeropuerto).

Mes	Ley de distribución	Parámetros		
		Posición	Forma	Escala
Enero	Normal	$X_m = 135.7343$		$S = 46.6297$
Febrero	Gamma 3 parámetros	$x_0 = 116.2801$	Gamma=25.528	Beta=8.6145
Marzo	Gamma 3 parámetros	$x_0 = 114.1822$	Gamma=24.142	Beta=7.8779
Abril	Gamma 3 parámetros	$x_0 = 84.8394$	Gamma=42.0689	Beta=2.7811
Mayo	Gamma 3 parámetros	$x_0 = 5.8353$	Gamma=2.3840	Beta=7.1823
Junio	No se ajusta			
Julio	Gumbel	$\mu = 3.6160$		$\alpha = 6.6769$
Agosto	Gumbel (m. lineal)	$\mu = 6.1471$		$\alpha = 14.2606$
Septiembre	Gamma 3 parámetros	$x_0 = 16.7076$	Gamma=4.4638	Beta=10.9273
Octubre	Gamma 2 parámetros		Gamma=2.7814	Beta=15.2174
Noviembre	Gamma 3 parámetros	$x_0 = 34.6836$	Gamma=9.4102	Beta=9.1009
Diciembre	Normal	$X_m = 97.0843$		$S = 35.4756$

Fuente: Elaboración propia.

3. Discusión

3.1. Nivel anual

En la localidad de Viacha se obtuvo una precipitación promedio anual = 573,29 mm, $S = 158,90$ mm y el coeficiente de variación = 27,72% (Quispe, 2016). Esto indica que en El Alto se tiene mayor precipitación con un menor coeficiente de variación a nivel anual, llegando al 15%

En la distribución temporal de la precipitación a lo largo del periodo de estudio, no se ve una tendencia de la precipitación, puesto que se tienen subidas y bajadas respecto de la media. Raes (2004) menciona que mientras más seco sea el clima, mayor será la variabilidad de la lluvia en el tiempo. Esto demuestra que al presentar mayor precipitación la estación El Alto presenta menor variación respecto a la estación de Viacha.

Conforme Mendoza (1994), los datos de la precipitación promedio anual se ajustan a una distribución normal. Esto fue corroborado con la prueba de bondad

de ajuste de Smirnov – Kolmogorov, detallado en la sección de resultados.

Muchas estaciones no sólo en el Departamento de La Paz, sino en todos los departamentos de Bolivia, presentan datos incompletos. Por lo cual, se recomienda completar los datos con la ayuda de herramientas SIG (Sistemas de información Geográfica).

3.2. Nivel mensual

En términos absolutos, el mes más lluvioso en El Alto es el mes de enero, llegando a un promedio de 135,73 mm; por el contrario el mes más seco es el mes de junio, llegando a un promedio de 5,58 mm. Lo contrario pasa con la variación de las precipitaciones promedios mensuales, siendo el mes más variable el mes de junio obteniendo un valor de $CV = 172,52\%$, en cambio el mes menos variable fue enero, alcanzando un $CV = 34,35\%$

De acuerdo a la figura 3, más de 2/3 partes de la lluvia en la estación El Alto ocurren en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo. En cambio menos de 1/3 parte de la lluvia total del año se da en los restantes ocho meses: abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. Información útil para la planificación del municipio y de los habitantes de El Alto.

Finalmente, se realizaron *pruebas de bondad* de ajuste con los doce meses del año para distintas funciones de distribución de probabilidad. La distribución de probabilidad más recurrente fue el Gamma de 3 parámetros, ajustándose a la mitad de los doce meses del año. En la localidad de Viacha también se encontró esta tendencia, donde el modelo de distribución de probabilidad más recurrente fue el Gamma de 3 parámetros (Quispe, 2016).

Se recomienda profundizar en el análisis diario de las precipitaciones para llegar a obtener las curvas IDF (Intensidad – Duración – Frecuencia). Puesto que estas curvas son esenciales para el diseño y

posterior construcción de obras hidráulicas, sistemas de riego, sistemas de agua potable, alcantarillado, construcción de carreteras, etc. Además, para determinarse el evento o los eventos de lluvia para el diseño, es determinando la tormenta de diseño o un evento que involucre una relación entre la intensidad, duración y frecuencia (Chow, Maidment y Mays, 1994).

Conclusiones

- La estación del municipio de El Alto (Aeropuerto) es la que tiene registros históricos de mayor cantidad de años (1944 - 2016). Razón por la cual se la utilizó para el análisis de las precipitaciones a nivel anual y mensual.
- La precipitación media anual para la estación El Alto (Aeropuerto) es de $608,81 \pm 93,48$ mm, obteniéndose baja variabilidad anualmente, llegando el coeficiente de variación a $15,36\%$
- Conforme la prueba de bondad de ajuste Smirnov – Kolmogorov, los datos de precipitación anual se ajustan a la distribución de probabilidades normal a un nivel de significancia del 1%
- El valor promedio de precipitación para un año muy seco, seco, medio, húmedo y muy húmedo es 489,47 mm; 512,30 mm; 608,81 mm; 705,33 mm y 728,16 mm respectivamente.
- El mes con mayor valor de precipitación media es enero, alcanzando 135,73 mm y el mes con menor valor de precipitación media es junio alcanzando 5,58 mm. Por el contrario, el mes con mayor CV es junio, alcanzando $172,51\%$ y el mes con menor CV es enero obteniendo un valor de $34,35\%$
- A un nivel de significancia del 5% y aplicando el método de los

momentos ordinarios, se obtuvieron mejores ajustes de distribución de probabilidad en la distribución gamma de 3 parámetros, ajustándose para 6 meses: febrero, marzo, abril, mayo, septiembre y noviembre.

Villón, M. 2011. *Hidrología estadística*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cuarta edición. Editorial Villón. Lima – PE. 436 p.

4. Bibliografía

Cahuana, A; Yugar, W. 2009. *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Hidrología CIV-233*. Trabajo dirigido Ing. Civil. Cochabamba, BO, Universidad Mayor de San Simón. 380 p.

Chow, V., Maidment, D. y Mays, L. 1994. *Hidrología aplicada*. McGraw-Hill Interamericana, S.A. Santafé de Bogotá, CO, 584 p.

Chungara, V. 2015. *Estadística I*. Editorial Leonardo. La Paz, BO. 260 p.

Fattorelli, S; Fernández, P. 2011. *Diseño Hidrológico*. 2 ed. Padova, IT, Mendoza, AR. 531 p.

Mendoza, J. 1994. *Estudio del régimen pluviométrico en la cuenca del río La Paz*. Tesis Ing. Civil. La Paz, BO, Universidad Mayor de San Andrés. 150 p.

Quispe, J. C. 2016. *Parámetros físicos y estimación del caudal de escurrimiento de la cuenca en la Estación Experimental de Choquenaira*. Tesis de maestría. La Paz, BO, Universidad Mayor de San Andrés. 157 p.

Raes, D. 2004. *Frequency analysis of rainfall data*. K.U. Leuven. Inter-University Programme in Water Resources Engineering. Leuven, BE. 42 p.

Villón, M. 2002. *Hidrología*. Segunda edición. Editorial Villón. Lima, PE. 431 p.

Producción de Biomasa y Nutrientes por la Poda en Sistemas agroforestales Sucesionales y Tradicionales con Cacao, Alto Beni - Bolivia.

Production of Biomass and Nutrients by Pruning in Suicidal and Traditional Agroforestry Systems with Cacao, Alto Beni - Bolivia.

Willy Antonio Villavicencio Yana
E-Mail: walas_hoy@hotmail.com

Cipriano Condori Tenorio
E-Mail: ndoricct@gmail.com.
Veterinaria - Agronomía UPEA

RESUMEN

Alto Beni, La Paz Bolivia es una zona de producción agrícola, donde alrededor de 2000 familias rurales dependen de la producción y comercialización del cacao. La producción de cacao sigue los requerimientos de una certificación orgánica, y no se usan fertilizantes químicos debido al costo y acceso, entre otros. El mantenimiento de fertilidad y sostenibilidad del suelo dependen principalmente del ciclaje de biomasa y nutrientes que brinde el sistema de producción. Existen varias deficiencias en cuanto al manejo del cultivo; los agricultores desconocen los beneficios y funciones de la biomasa que aportan los árboles de sombra, y no cuentan con conocimientos ni herramientas adecuadas para realizar prácticas de manejo, como la poda. El presente estudio evaluó de forma comparativa la producción de biomasa y nutrientes que genera la práctica de poda en plantaciones de cacao, en el sistema agroforestal sucesional (AS) y tradicional (TR) de la zona. En la metodología adaptada se realizó a través de la estimación de la biomasa aérea y un estudio de suelos en plantaciones de cacao. Se evaluó la producción de biomasa de la poda y el contenido de nutrientes presente en la biomasa (nitrógeno, fósforo y potasio), se estimó la descomposición de la materia orgánica a partir de la relación carbono nitrógeno (C:N) y se midió la incidencia solar producida por la poda de las plantaciones. Cuyos resultados respecto a la producción de biomasa y contenido de nutrientes fueron superiores en el sistema AS y difieren significativamente del TR. El sistema AS es alternativo y recomendable debido a que adiciona importantes cantidades de biomasa y nutrientes, a favor de la productividad y sostenibilidad de las plantaciones de cacao de la zona.

Palabras clave: biomasa, nutrientes, árboles de sombra, práctica de poda, sistema agroforestal sucesional y sistema tradicional.

ABSTRACT

Alto Beni, La Paz Bolivia is an area of agricultural production, where around 2000 rural families depend on the production and commercialization of cocoa. Cocoa production follows the requirements of an organic certification, and chemical fertilizers are not used due to cost and access, among others. The maintenance of soil fertility and sustainability depends mainly on the biomass and nutrient cycling provided by the production system. There are several deficiencies in the management of the crop; Farmers are unaware of the benefits and functions of biomass provided by shade trees, and do not have the knowledge

DICYT - UPEA

or adequate tools to carry out management practices, such as pruning. The present study evaluated in a comparative way the production of biomass and nutrients that the pruning practice generates in cocoa plantations, in the successional agroforestry system (AS) and traditional (TR) of the zone. The adapted methodology was carried out through the estimation of aerial biomass and a study of soils in cocoa plantations. The biomass production of the pruning and the content of nutrients present in the biomass (nitrogen, phosphorus and potassium) was evaluated, the decomposition of the organic matter was estimated from the carbon nitrogen (C: N) relation and the solar incidence produced by the pruning of the plantations. The results regarding biomass production and nutrient content were higher in the AS system and differed significantly from the TR. The AS system is alternative and recommendable because it adds important amounts of biomass and nutrients, in favor of the productivity and sustainability of the cocoa plantations in the area.

Keywords: biomass, nutrients, canopy shade trees, pruning practices, agroforestry system successional and traditional system.

Introducción

La región de Alto Beni presenta un potencial natural de producción, allí la principal actividad es la agricultura y la comercialización de seis cultivos dominantes: cacao, cítricos, banano, papaya, café y arroz. En el año 1999, Alto Beni produjo el 90% de la producción total de cacao en Bolivia (2400 t), por lo que se convirtió en la región productora de cacao del país (Pinto, 2005). Sin embargo, las estadísticas indican que allí se concentra un porcentaje considerable de la pobreza rural de Bolivia (INE, 2001).

La mayoría de los agricultores del Alto Beni provienen de regiones del altiplano de La Paz, Oruro y Potosí, fueron dirigidos a esta zona por el programa nacional de colonización en 1960. El programa no contempló asistencia técnica o tutoraje para los recién asentados. Al desconocer la vegetación natural del trópico instalaron bajo monocultivo arroz, maíz y cacao un cultivo tropical de la zona. El Programa de implementaciones agroecológicas y forestales afirma que en la zona se desconoce del manejo de sistemas agroforestales tropicales y técnicas adecuadas de producción (PIAF, 2001).

Actualmente, el manejo del cultivo es

bastante deficiente, gran mayoría de los agricultores desconocen la forma adecuada de realizar prácticas de manejo como la poda. Esta práctica se realiza de forma incorrecta e irregular. Por otro lado, la producción de cacao sigue los requerimientos de una certificación orgánica, por lo cual, no se usan fertilizantes químicos, debido al elevado costo, acceso, entre otros. En consecuencia, el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la producción del cultivo de cacao, depende principalmente del ciclaje de biomasa y nutrientes que brinde el sistema de producción.

Según Nair (1997), el ciclaje de biomasa y nutrientes generado a partir de prácticas de manejo, son la principal fuente de fertilización y una forma eficiente de conservar la materia orgánica del suelo en cultivos a los que no adhieren fertilizantes externos. Por lo tanto, *la incorporación constante de biomasa en los sistemas de producción de Alto Beni*, podría mejorar la productividad del suelo, los rendimientos de la producción e indirectamente la calidad de vida de los agricultores.

En base a lo citado con anterioridad, se evaluó de forma comparativa el aporte de biomasa de poda en un sistema agroforestal sucesional (AS) y en un sistema tradicional (TR) de la zona.

Inicialmente se realizó una caracterización de la biomasa aérea y una descripción preliminar del suelo, en las plantaciones de estudio. Se determinó la producción de biomasa (de poda) en peso seco (t/ha), y de ésta se analizaron tres nutrientes esenciales; nitrógeno, fósforo y potasio. La metodología adoptada para este estudio, permitió diferenciar el aporte generado por componente (foliar, tallo tierno, tallo leñoso y frutos secos).

Posteriormente, se estimó la tasa de descomposición de la biomasa a través de la relación C:N, y la incidencia de radiación solar que se proyecta en los cultivos, al efectuar la práctica de poda, a través de mediciones antes y después de realizar esta práctica.

2. Materiales y Métodos

Las plantaciones de cacao del sistema agroforestal sucesional son una asociación masiva de cultivos anuales y perennes con especies arbóreas de diferentes hábitos de crecimiento, usos o beneficios, que buscan optimizar el uso de recursos y aumentar la productividad por unidad de terreno (López, 2001). Para instalar las parcelas se realizan prácticas de roza y tumba. El manejo de la plantación consiste en deshierbes selectivos, complementación de especies y refallos, y la poda de especies, para controlar la estratificación y sincronización entre especies (Yana y Weinert, 2003).

Las plantaciones de cacao tradicionales de la zona, son monocultivos (un cultivo principal) que se encuentran en asociación de especies frutales y maderables en su mayoría de regeneración natural, sin una distribución uniforme de plantación (Orozco, 2005). En general, las parcelas fueron instaladas con prácticas de roza, tumba y quema. El manejo en las plantaciones es bastante deficiente debido a la falta de conocimientos en prácticas de manejo y a falta de herramientas básicas. A raíz de esto, las copas de los árboles se cierran, los cacaotales tienen poca sombra o mal distribuida, se obstruye el crecimiento del cultivo, el control de las enfermedades y el manejo de la cosecha (Somarriba y Trujillo, 2005). Según López (2001) este sistema de producción es intensivo y provoca la disminución paulatina de la fertilidad del suelo.

La estimación de biomasa aérea se realizó por el método "ecuaciones matemáticas", según la ecuación y densidad básica correspondiente a cada especie (Segura, 2005 y Brown *et al.*, 1989). Para esto se midieron variables como la altura total (Ht), diámetro a la altura del pecho (Dap), diámetro a la altura del tocón (Dat), tanto para el cacao como para las especies del dosel de sombra (maderables, frutales y de servicio).

La ecuación número uno fue determinada para los árboles de cacao, la número dos se

Cuadro 1. Ecuaciones matemáticas para la estimación de biomasa aérea.

N	Ecuación	Parámetros		
		A	b	c
1	$\text{LogBt} = a + b * \text{LogDat}_{30}$	-1,625	2,626	
2	$\text{LogBt} = a + b * \text{Logdap}$	-1,110	2,640	
3	$\text{LogBt} = a + b * \text{Logdap}$	-1,270	2,200	
4	$\text{Bt} = a + b * \text{dap} + c * \text{dap}^2$	21,300	-6,950	0,740
5	$\text{Bt} = (\exp(a + b * \text{dap}^2)) * c$	0,760	0,00015	1000
6	$\text{Bt} = a + b * \text{ht} + c * \text{ht}^2$	24,560	4,920	1,020
7	$\text{Bt} = e^{(a + b \ln(\text{dap}^2 \text{ ht } \delta))}$	-2,409	0,952	

Bt= Biomasa total; Dat= Diámetro a la altura del tocón; Dap= Diámetro a la altura del Pecho; ht= Altura total y δ =Densidad básica

Fuente: Ecuación 1, 2, 3, 4, 5, 6 (Segura, 2005), 7 (Brown *et al.*, 1989).

utiliza para todas las especies frutales (naranja, toronja, mandarina, mango, entre otros). La ecuación número tres fue ajustada para maderables jóvenes o pequeños con altura total y diámetro a la altura del pecho establecido entre $ht \geq 1,5m$ y $Dap < 10cm$. La ecuación número cuatro fue desarrollada para determinadas especies del trópico húmedo y la número cinco para especies remanentes del bosque natural, con diámetro a la altura del pecho entre 60 y 105 cm. En palmas como la

Los análisis de las muestras de suelo se realizaron en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA). Allí se analizaron los parámetros físicos y químicos, según el método y límite de determinación utilizados por el laboratorio.

La cuantificación de biomasa en peso seco (t/ha) se obtuvo a través de la metodología y la fórmula que plantea el grupo de Schlegel *et al.*, (2001), en el manual de procesamiento para inventarios de carbono

Cuadro 2. Métodos del análisis de las muestras de suelo

Parámetro	Límite de determinación	Método
Físico	Textura	Hidrómetro (Bouyoucos)
	Arena, %	
	Limo, %	
	Arcilla, %	
Químico	Ph	Petencimetría
	Conductividad eléctrica, mS cm ⁻¹	Conductivimetría
	Materia orgánica, %	Walkley-Black
	Carbono orgánico, %	Walkley-Black
	Nitrógeno total, %	Kjeldahl modificado
	Fósforo disponible, P*mg kg ⁻¹	Olsen modificado
	Potasio intercambiable, cmole kg ⁻¹	Flamometría

Chima (*Bactris gassipaes*), se utilizó la ecuación seis, dicha ecuación se puede utilizar para todas las palmas que tengan una arquitectura similar. Finalmente, la ecuación número siete estima, la biomasa aérea total de los árboles maderables con diámetro a la altura del pecho mayor a 10 cm ($Dap > 10cm$), y para el uso de esta fórmula se utilizó la densidad básica de madera que varía en función a la especie.

El muestreo de suelos se realizó empleando el "muestreo al azar estratificado" (Henríquez, 1999), el cual se basó en 8 sub muestreos a tres profundidades diferentes, profundidad $S_1 = 0 - 10$ cm, profundidad $S_2 = 10 - 30$ cm y profundidad $S_3 = 30 - 60$ cm, para el muestreo de especies frutales y especies forestales de acuerdo a Buduba (2004; citado por Gruberg, 2007).

en ecosistemas forestales. Pero además, la biomasa (de poda) fue separada según el modelo de ciclaje de nutrientes de Accardi (1985), este modelo considera cinco componentes para la separación de biomasa, para el estudio se consideró solo cuatro excluyendo al componente radicular.

Para optimizar el procedimiento metodológico en campo, se determinaron seis sub parcelas de 64m² por plantación (unidad experimental), para esto se utilizó la fórmula del muestreo aleatorio simple para un tamaño de muestras finitas y un rango de confiabilidad del 95%. Así también, se decidió formar un grupo de podadores, para brindar a los agricultores la misma posibilidad de realizar la poda y para reducir la variabilidad que existe en la

forma de podar entre una persona y otra.
Las muestras de biomasa en peso seco

evaluada según el modelo estadístico factorial (2 x 3) con tres repeticiones,

Cuadro 4. Métodos empleados para el análisis de nutrientes

Parámetro	Límite de determinación	Método
Nitrógeno total, %	0,003	Kjeldahl modificado
Fósforo total, mg kg ⁻¹	0,40	Digestión horno microondas - Lectura en espectrofotómetro de absorción atómica
Potasio total, mg kg ⁻¹	8,00	

fueron llevadas al Laboratorio de Calidad Ambiental, para la determinación del contenido total de nutrientes (cuadro 4).

El porcentaje de sombra de los cacaotales fue medido utilizando un densiómetro óptico de placa convexa, el cual mide el porcentaje de opacidad dentro de cada parcela, es decir, el porcentaje de espacios "opacos" que interfieren en el paso de la luz solar (Somarriba, 2004).

donde el sistema tradicional (TR) y el sistema agroforestal sucesional (AS) constituyeron el factor A, y las edades de las plantaciones constituyeron el factor B (Calzada, 1987). Seguidamente se realizó un análisis de varianza (ANVA) y pruebas de significancia según Fisher (F), utilizando el programa estadístico S.A.S., bajo un rango de significación del 1% (P: 0.01).

3. Resultados

Cuadro 5. Biomasa aérea de plantaciones de cacao, bajo dos sistemas de producción.

N° de Parcela	Sistema de producción	Edad de la plantación -años-	Biomasa aérea		
			Cacao	Árboles del dosel de sombra --t/ha--	Total
1	TR	5	3,429	33,257	36,686
2	AS		2,058	83,669	85,727
3	TR	7	6,417	37,190	43,607
4	AS		5,536	101,440	106,976
5	TR	12	16,914	2,106	19,020
6	AS		15,813	66,400	82,231

Entre las variables de estudio, sólo la biomasa obtenida en la poda (t/ha) fue

La estimación de biomasa aérea total se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Componentes de estudio en la biomasa de poda

Componente	Denotación	Descripción
Foliar	A	Hojas y ramas (diámetro ≤ 2cm)
Tallo tierno	B	Ramas (diámetro 2cm < x ≤ 5 cm)
Tallo leñoso	C	Ramas o fustes (diámetro > 5 cm)
Frutos	D	Frutos secos

La biomasa aérea total fue mayor en el sistema AS comparado con el sistema TR, en 57,2%, 59,2% y 76,8% para las edades de plantación de 5, 7 y 12 años

Respectivamente, como se observa en la siguiente figura:

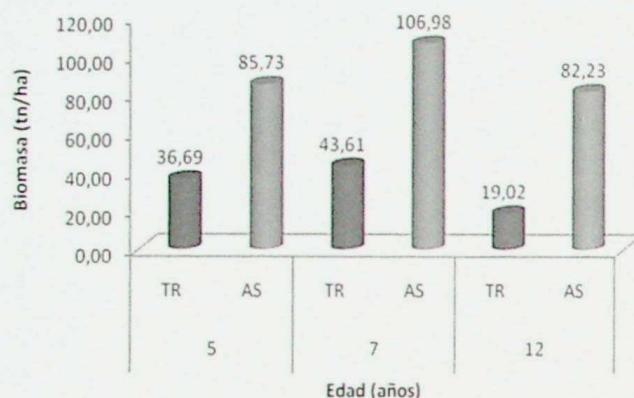


Figura 1. Biomasa aérea total de plantaciones de cacao, en dos sistemas de producción.

La biomasa aérea fue mayor en el sistema AS debido al diseño de la plantación de este sistema, el cual incluye la presencia de un gran número de individuos por unidad de superficie. De acuerdo con Nair (1997), el efecto combinado de la selección de especies y el manejo de los sistemas agroforestales, dan por resultado mayor índice de producción de biomasa primaria neta de un ecosistema.

La biomasa aérea del cacao fue mayor en el sistema TR (cuadro 5), debido a que el desarrollo de la arquitectura de los árboles de cacao difieren de un sistema a otro. Los árboles de cacao en el sistema AS tienden a crecer de forma esbelta y vertical, debido a que se encuentran en crecimiento conjunto con otras especies y compiten entre ellas por espacio y por luz, en cambio los árboles de cacao del sistema TR desarrollan de forma frondosa y horizontal, aumentando claramente su volumen de área basal.

Por el contrario, la biomasa aérea de las especies del dosel de sombra fue mayor en el sistema AS (cuadro 5), porque si bien el sistema TR es asociado con más de

una especie, con el fin de obtener ingresos económicos a corto plazo (frutales) y a largo plazo (maderables), estos sistemas no siguen una diseño uniforme de plantación. Mientras que el sistema AS se ha establecido bajo un diseño de plantación, donde el cultivo principal es sembrado en asociación con otras especies con el fin de optimizar servicios (leña, madera, frutos, fijación de nutrientes, sombra, etc.) y aumentar la producción por unidad de terreno.

Los resultados del estudio de suelos mostro en general un pH que varió entre 5,5 a 7,5 valores que corresponden a suelos ligeramente ácidos, neutros y ligeramente alcalinos. Estos valores se encuentran dentro de los niveles de pH recomendables para el cultivo de cacao según Mejía y Arguello (2000), puesto que solo valores extremos de pH influyen en la disponibilidad de nutrientes, actividad microbial y solubilidad de minerales del suelo.

La CE de los suelos analizados se encontró en la clasificación de suelos no salinos (0 - 0,98 dS/m). Por lo tanto, son suelos favorables para el crecimiento de todos los cultivos, ya que a niveles altos de iones disueltos en el suelo aumenta el potencial osmótico y a la vez la succión del agua del suelo, por lo que los cultivos deben utilizar mayor energía para poder absorber el agua y los nutrientes disueltos en ella (Henríquez, 1999).

Los cultivos del sistema AS presentaron porcentajes de MO moderados, mientras que el sistema TR presento porcentajes que variaron entre moderados a altos. Sin embargo, por la naturaleza del estudio no se tomaron repeticiones para cada edad de cultivo, por lo tanto los resultados de suelo encontrados no pueden generalizarse para ambos sistemas de producción de la región. Por otro lado, un estudio anterior realizado en Alto Beni por Gruberg (2007) menciona que los sistemas AS fueron instalados en

parcelas con suelos degradados por la naturaleza experimental del sistema, y por lo tanto los suelos siguen un proceso de recuperación.

Con respecto a los nutrientes del suelo, el sistema TR obtuvo resultados de N total y K intercambiable que variaron entre moderados a altos y el sistema AS resultados entre bajos a moderados, en los resultados de P disponible los niveles fueron muy bajos tanto para el sistema TR como en el sistema AS. Los niveles de N total y K intercambiable posiblemente se pueden relacionar con los resultados de MO hallados anteriormente. Con respecto al P disponible se conoce que la concentración de este elemento es baja, principalmente en los trópicos (Rodríguez, 1991).

En cuanto a las variables de estudio, el análisis de varianza correspondiente a la biomasa de poda total mostró diferencias significativas entre sistemas. Se obtuvo 6,76 t/ha para el sistema AS y 4,45 t/ha para el sistema TR, siendo mayor el sistema AS en 34,17% como se puede ver en la siguiente figura:

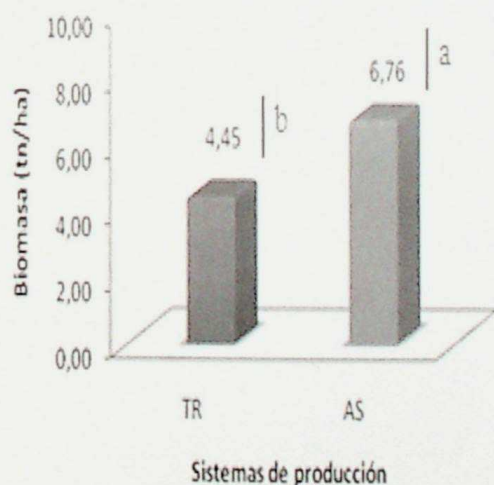


Figura 2. Producción de biomasa de poda total, en dos sistemas de producción.

En el sistema TR la biomasa de poda se debió principalmente al aporte del cultivo de cacao, y como se observó en la estimación de biomasa aérea, este sistema acumula grandes cantidades de biomasa en

El cultivo de cacao. Sin embargo, la producción de biomasa fue mayor en el sistema AS debido a la densidad y composición de especies del diseño de plantación, puesto que en éste se asocian especies arbóreas (maderables, frutales y de servicio). Según Nair (1997), la producción de biomasa da por resultado altos niveles de materia orgánica y nutrientes disponibles para el suelo, que inciden en los rendimientos de la producción.

De igual forma, existe diferencia significativa entre la biomasa de poda a diferentes edades de la plantación, esta variable es directamente proporcional a la edad (figura 3).

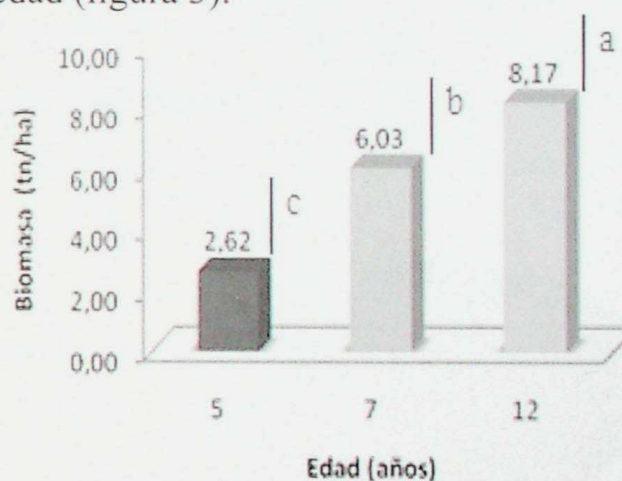
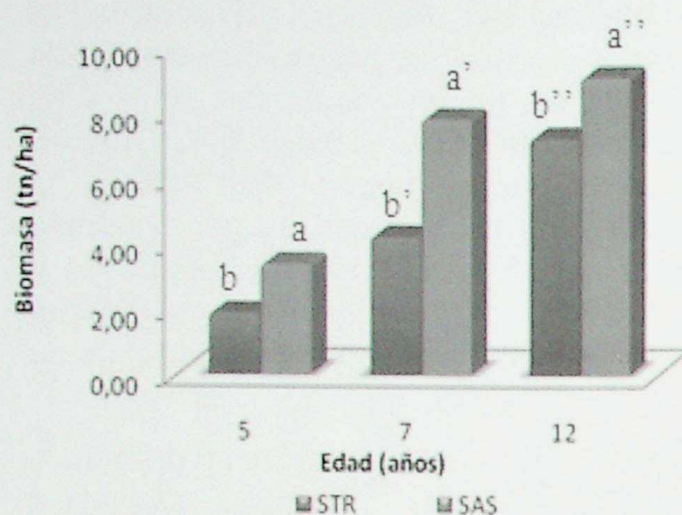


Figura 3. Producción de biomasa por edades de plantación.

Se encontró mayor biomasa a mayor edad de plantación, porque la planta adquiere mayor volumen a medida que la edad aumenta. La variación es notoria en las edades de plantación evaluadas, sin embargo, esta variación irá disminuyendo a medida que la comunidad vegetal desarrolle hasta acumular la energía o biomasa máxima a partir de la cual se mantendrá en constante.

El análisis entre sistemas de producción según la edad de plantación (figura 4), indica que los promedios de los sistemas de producción con diferente letra son significativamente diferentes dentro de

cada edad de plantación.

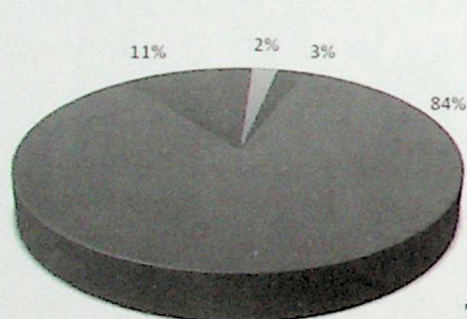


obtuvo 6,5 t/ha año para el cacao/*Erythrina*, 5,8 t/ha año cacao/*Cordia* y 8,4 t/ha año para cacao/sombra mezclada.

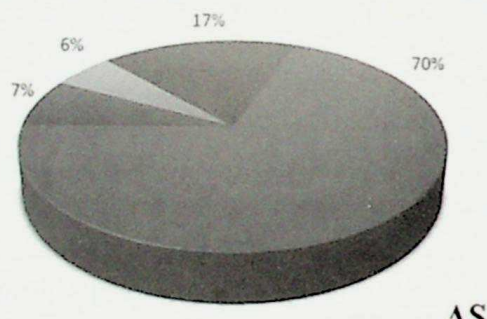
La biomasa de poda por componentes determinó la influencia dentro del ciclaje de nutrientes en ambos sistemas evaluados (figura 5).

Figura 4. Producción de biomasa en el sistema TR y en el AS, según la edad de plantación.

Plantación de 5 años de edad

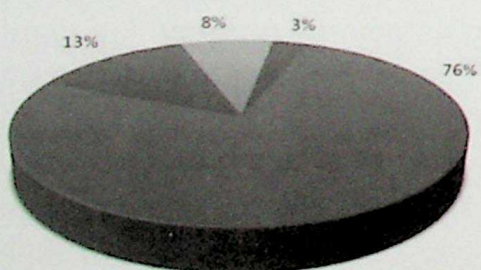


TR

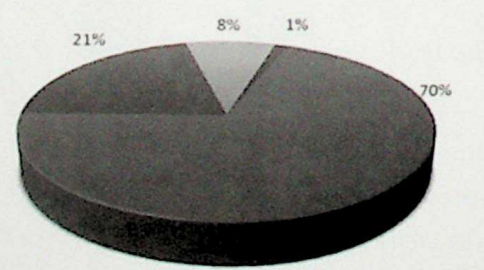


AS

Plantación de 7 años de edad



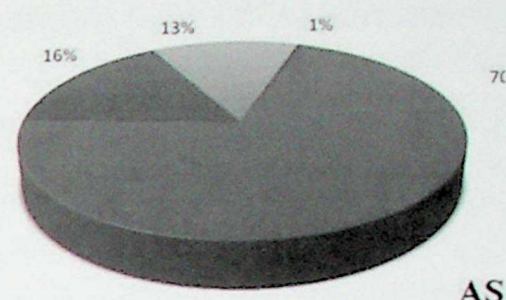
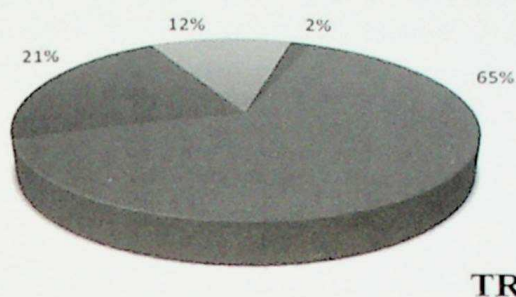
TR



AS

El aporte del sistema AS fue mayor en 44,7% 46% y 20,2% para los cultivos de 5, 7 y 12 años correspondientemente, porque éste fue un aporte conjunto del cacao y de los árboles del dosel de sombra. En estudios similares Alpizar *et al.*, (1983),

Plantación de 12 años de edad



■ A Componente foliar

■ B Componente tallo tierno

■ C Componente tallo leñoso

■ D Componente fruto seco

5. Producción de biomasa por componente para el sistema TR y el sistema AS, en plantaciones de 5, 7 y 12 años

Como se puede observar, el aporte de biomasa del componente foliar A, en las tres edades de plantación es mayor al 60% tanto para el sistema TR como para el sistema AS, lo que es muy común en estudios con plantaciones jóvenes. Por ejemplo, en un estudio realizado en tres tipos de sistemas de cultivo de cacao se encontró un aporte de biomasa foliar mayor al 50% por la edad joven de las plantaciones (Jaimez y Franco, 1999).

El resultado de los análisis de nutrientes de la biomasa, se observa en el siguiente cuadro:

La concentración de nitrógeno fue mayor en el sistema AS en 53,6%, 52,6% y 35,3% para las edades de 5, 7 y 12 años respectivamente.

El N fue mayor en el sistema AS, porque éste cuenta con mayor diversidad de especies que acumulan nutrientes de forma selectiva, por ejemplo, especies reconocidas por su capacidad de fijar nitrógeno presentan mayor contenido de este elemento en su componente foliar, como la *Inga edulis*, *Erythrina poeppigiana*, y *Gliricidia sepium* (Palm, 1995; Citado por Villegas, 2008).

Cuadro 6. Concentración total de nutrientes en la biomasa de poda de plantaciones con cacao

Parcela	Sistema de Producción	Edad de la plantación	Nutrientes			Total
			Nitrógeno	Fósforo	Potasio	
		--años--			--kg/ha--	
1	TR	5	35,68	0,02	22,34	58,04
2	AS	5	76,96	0,04	36,80	113,81
3	TR	7	71,05	0,05	35,13	106,23
4	AS	7	148,83	0,10	127,98	276,91
5	TR	12	101,00	0,06	82,79	183,84
6	AS	12	156,00	0,11	77,70	233,81

DICYT - UPEA

El N obtenido en el sistema AS representa el 17%, 34% y 35% para las plantaciones de 5, 7 y 12 años, en relación al nitrógeno ideal que necesita un cultivo de cacao en producción (438 kg/ha) (Mejía y Arguello, 2000).

La concentración de P fue mayor en el sistema AS comparado con el sistema TR, en 51%, para las edades de plantación de 5 y 7 años y 46% para la plantación de 12 años.

El contenido de P fue bastante bajo en ambos sistemas de producción y en comparación con otros estudios similares. Éste no cubrió la cantidad de P que se necesita para un cultivo de cacao en producción (48 kg/ha) (Mejía y Arguello, 2000).

La concentración de potasio fue mayor en el sistema AS, en 39,3% y 72,6% para las plantaciones de 5 y 7 años, sin embargo, la plantación de 12 años fue similar pero superior en el sistema TR en 6,2%.

La concentración de este nutriente fue mayor en el sistema AS por la composición diversificada de especies que se encuentran en el sistema, por ejemplo, se encontró especies como la *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y palmas como la *Bactris gassipaes* que son reconocidas porque acumulan altas cantidades de potasio (Diehl, 1978). Se puede observar que en el sistema AS el potasio disminuye notoriamente en la plantación de 12 años,

lo que posiblemente se debe a que dicha plantación obtuvo la menor cantidad del componente frutos secos, por el contrario, la plantación de 12 años del sistema TR obtuvo la mayor cantidad del componente frutos secos, en relación a los demás cultivos (cuadro 24).

Finalmente el contenido de nutrientes total fue mayor en el sistema AS comparado con el sistema TR, en 49%, 61,6% y 21,4% para las plantaciones de 5, 7 y 12 años de edad, como se puede ver en la siguiente figura.



Figura 6. Concentración total de nutrientes en la biomasa de poda, en plantaciones con cacao.

Se observó un mayor aporte de nutrientes en el sistema AS comparado con el sistema TR. Los resultados pueden influenciar directamente en el rendimiento del cultivo, ya que este se debe a la extracción e interacción de elementos nutritivos que se

Cuadro 71. Relación carbono nitrógeno (C:N), en sistemas de producción de cacao

Parcela	Sistema de Producción	Edad de la plantación	Relación C:N			
			Foliar (A)	Tallo tierno (B)	Tallo leñoso (C)	Frutos secos (D)
		--años--			---	---
1	TR	5	26,39	80,51	109,18	33,35
2	AS		22,24	51,15	104,19	33,35
3	TR	7	28,36	65,17	98,71	37,70
4	AS		21,75	96,01	102,30	26,39
5	TR	12	30,03	66,19	96,01	37,70
6	AS		26,10	113,59	96,01	33,72

encuentran disponibles en el suelo (Dhiel, 1987). Por otro lado, la concentración de fósforo fue bastante baja en ambos sistemas de producción, coincidiendo con el fósforo disponible encontrado anteriormente en el estudio del suelo, en base a estos resultados se puede afirmar que el fósforo es un elemento limitante, por la escasez que presenta en el ciclaje de nutrientes en ambos sistemas de producción. Según Rodríguez (1991), el fósforo puede limitar el desarrollo y productividad de las plantas a pesar de suficiente cantidad de los demás elementos esenciales, por la "ley del mínimo".

En la estimación de la descomposición de biomasa por la relación C:N, se encontró lo siguiente:

El componente foliar (A) varió entre 20 y 30, y el componente frutos secos (D) entre 26 a 38 en ambos sistemas de producción.

de inmovilización de nutrientes, por lo tanto la velocidad de descomposición de estos residuos es baja (Diehl, 1978). En estos componentes la concentración de nitrógeno es baja y más bien la concentración de celulosa, lignina y polifenoles es alta, estas estructuras orgánicas son difíciles de degradar por la comunidad descomponedora del suelo (Brady y Weil, 1999).

En cuanto a la sombra del cacaotal, los resultados expusieron lo siguiente: Después de realizar la práctica de poda se pudo observar un cambio en el porcentaje de sombra proyectado en los cacaotales del sistema TR, éste disminuyó en 67%, 55% y 75% para las plantaciones de 5, 7 y 12 años respectivamente. La sombra resultante se encontró por debajo del umbral en cada edad de plantación, lo que para el cultivo de cacao se considera una sombra deficiente (10 - 30%) (Mejía *et al.*,

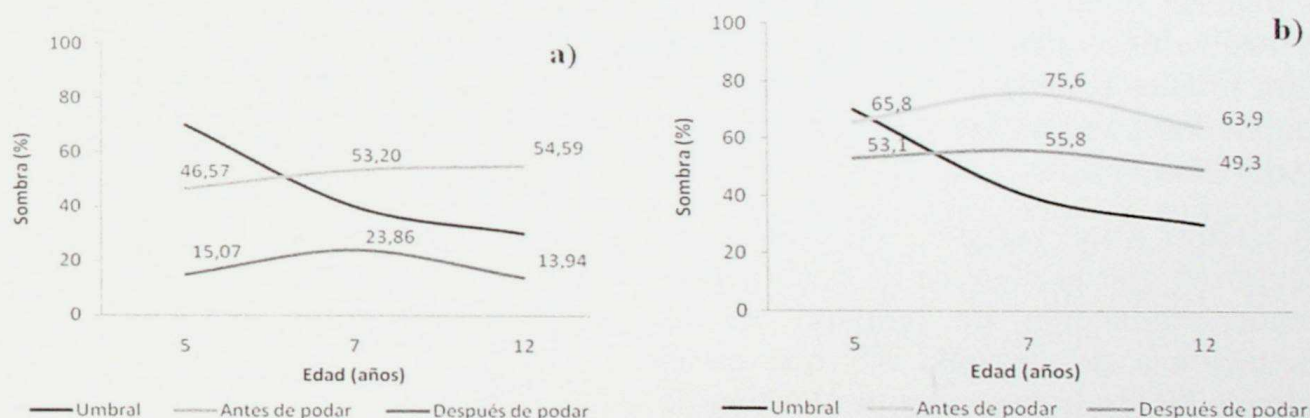


Figura 7. Mediciones de sombra en plantaciones con cacao antes y después de realizar la práctica de poda en sistema TR a) y sistema AS b)

Según Brady y Weil (1999) estas relaciones son frecuentes en regiones húmedas, por lo tanto, la tasa de descomposición en ambos componentes orgánicos dado por la concentración de nitrógeno, permite que la mineralización e inmovilización de nutrientes se encuentren en equilibrio.

En cuanto a los componentes tallo tierno (B) y leñoso (C), la relación C:N se encontró por encima de 50 en ambos sistemas de producción, dentro del rango

2003).

Por su parte el porcentaje de sombra de los cacaotales del sistema AS, disminuyó en 19,3%, 26%, 23% para las plantaciones de 5, 7 y 12 años respectivamente. La sombra resultante para la plantación de 5 años se encontró por debajo del umbral, pero en las plantaciones de 7 y 12 años se encontró por encima del umbral. Según Mejía *et al.*, (2003) la sombra es considerada como buena (> 46%) para el cultivo de cacao, en las tres edades de plantación evaluadas.

La radiación solar está relacionada directamente con la actividad fotosintética del cultivo, es decir a baja incidencia solar disminuye la actividad fotosintética de la planta afectando a la productividad, pero a alta incidencia solar aumenta la demanda de agua y nutrientes, y al no compensar el contenido de nutrientes del suelo puede presentarse deficiencias nutricionales en el cultivo (Mejía *et al.*, 2003). Al respecto observamos que si bien el sistema AS demostró niveles de incidencia solar más acordes con la teoría, es necesario regular los niveles de radiación solar de las plantaciones de 7 y 12 años.

Conclusiones

En la estimación de la biomasa aérea se encontró que el sistema AS presenta un fuerte potencial de producción primaria neta, en comparación con el sistema TR.

En el análisis de suelos, se determinó que la materia orgánica, nitrógeno y potasio en los cultivos del sistema AS, variaron entre niveles bajos a moderados, mientras que en los cultivos del sistema TR entre moderados a altos.

En cuanto a las variables de estudio, se determinó que la práctica de poda genera mayor producción de biomasa en las plantaciones del sistema AS que en el sistema TR de la zona. La producción de biomasa promedio determinado por el análisis de varianza fue significativamente diferente entre sistemas, ya que el sistema AS produjo 6,76 t/ha, y el sistema TR 4,45 t/ha, siendo mayor el sistema AS en 34.17%, donde más del 60 % de esta cantidad es aportada por el componente foliar. Los resultados encontrados para el sistema AS se deben a la densidad y composición del diseño de plantación, puesto que en éste se asocian especies maderables, frutales y de servicio, juntamente con el cultivo de cacao.

En el análisis de nutrientes de la biomasa de la poda, se obtuvo mayor contenido de nitrógeno y potasio en el sistema AS comparado con el TR, debido al diseño de la plantación de este sistema, el cual está conformado por una diversidad de especies que crecen a diferentes estratos de vegetación y permiten una captación de nutrientes más efectiva, primero por la absorción radicular a diferentes niveles de profundidad del suelo y segundo porque incluyen especies que acumulan nutrientes de forma selectiva.

El contenido de fósforo fue bastante bajo tanto en los análisis de biomasa como en el de suelos, afirmando que este elemento es un limitante en el ciclaje de nutrientes de ambos sistemas de producción.

La tasa de descomposición de la biomasa de poda estimada por la relación C:N, mostró que la descomposición de los componentes foliar y frutos secos, se encuentra en equilibrio entre la mineralización e inmovilización de nutrientes. En cuanto a la descomposición de los componentes tallo tierno y leñoso, se observó que la inmovilización excede a la mineralización de nutrientes.

Por otro lado, se encontró que el porcentaje de sombra resultante (después de la poda) es buena (> 46%) en las plantaciones del sistema AS y deficiente (10 - 30%) en plantaciones del sistema TR, según los niveles de sombra recomendables para el cultivo de cacao (Mejía y Palencia, 2000). El nivel de sombra resultante en el sistema AS se debe al crecimiento multi-estratificado de las especies que proyectan un nivel de sombra favorable para el cultivo de cacao.

El presente estudio evidencia la importancia de realizar constantemente prácticas de manejo en cultivos de cacao en ambos sistemas de producción, puesto que la poda tiene la capacidad de modificar el ciclo de biomasa y nutrientes para volverlo

más dinámico y adicionalmente controla el nivel de radiación solar regulando el dosel de sombra del cultivo.

Finalmente, el sistema AS obtuvo resultados superiores y significativamente diferentes en comparación con el sistema TR de la zona. En consecuencia es un sistema de producción alternativo y recomendable para el cultivo de cacao, debido a que la adición de importantes cantidades de biomasa y nutrientes mejoran la materia orgánica del suelo, a favor de la productividad y la sostenibilidad de los cultivos de cacao de la zona.

Recomendaciones

Se recomienda que se realicen nuevos estudios de investigación en

- El ciclaje de biomasa y nutrientes en el sistema AS y en el sistema TR, en relación al rendimiento de la producción de cacao de la zona.
- La dinámica del fósforo en el suelo como en la biomasa, para corroborar con los resultados encontrados en el presente estudio, donde se advirtió que este elemento es un limitante en los cultivos de cacao evaluados del sistema AS y TR de la zona.
- La estimación de biomasa y carbono en sistemas agroforestales de cacao como un servicio ambiental de la región del Alto Beni, a través del uso de ecuaciones matemáticas como las que se utilizaron en la estimación de la biomasa aérea del presente estudio.
- La determinación de nuevos análisis de suelo en los cultivos evaluados en el presente estudio después de un determinado tiempo, para comparar con los análisis de suelo actuales y observar la evolución de la MO en el tiempo.
- Realizar capacitaciones teóricas y

prácticas, sobre la práctica de poda en cultivos de cacao y otras plantaciones de árboles frutales en Alto Beni, que contemplen en lo posible la oportunidad de acceder a herramientas (tijera de podar, sierra, machete corto y mazo) que se necesitan para realizar correctamente esta práctica.

Bibliografía.

- Accardi, A. 1985. Biomasa aérea y radical, distribución espacial y contenido de nutrientes en tres especies de árboles de sombra (*E.poeppigiana*, *A. altilis* y *C. elástica*) en cacaotales. Caracas - Venezuela.
- Brady Nyle y Weil. Ray. 1999. The nature and properties of soil. 12ava Edición. Prentice Hall. Nueva Jersey - Estados Unidos.
- Brown, S., M. Powell y M. Delaney. 1999. Proyectos forestales para mitigación del efecto invernadero. Manual de Entrenamiento para hacer inventarios y monitorear carbono. Winrock International. Prepared for the World Bank. Arlington, Virginia - EEUU.
- Calzada, J. 1987. *Métodos estadísticos para la investigación*. 5^{ta}. Edición. Editorial Milagros S. A. Lima - Perú
- Diehl, R. y J. M. Mateo Box. 1978. *Fitotecnia General*. 2da Edición. Mundi Prensa. Madrid - España.
- Gruberg, H. 2007. *Evaluación comparativa de la sostenibilidad económica, sociocultural y ecológica de la agroforestería sucesional en al zona del Alto Beni, Bolivia*. Tesis de grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental,

Universidad Católica Boliviana
San Pablo (UCB). Cochabamba
- Bolivia.

Autónoma, 1ra Edición. Chapingo
- México.

Henríquez, C. y G. Cabalceta. 1999.
*Guía práctica para el estudio
introductorio de los suelos con
enfoque agrícola*. 1ra Edición,
San José, Costa Rica, pag 105.

INE (Instituto nacional de estadística).
2001. Condición de actividad. La
Paz, Bolivia. En: < <http://www.ine.gob.bo> > (06.06.07)

Jaimez, E. Ramón y Franco Wilfredo. 1999.
Producción de hojarasca, aporte
en nutrientes y descomposición
en sistemas agroforestales de
cacao y frutales. En *Agrotrópica*
11(1): 1-8, Centro de Pesquisas
de cacao. Bahía - Brasil.

López, A. 2001. Asistencia técnica
y capacitación en sistemas
agroforestales tipo multiestratos.
ALADI. Montevideo - Uruguay.

Mejía y Arguello, 2000. Tecnología para
el mejoramiento del sistema de
producción de cacao. Corporación
Colombiana de Investigación
Agropecuaria. CORPOICA.
Colombia. En: < www.corpoica.org.co > (24.04.08)

Mejía, L., G. Palencia y N. Ramírez. 2003.
Manual para la renovación y
rehabilitación de plantaciones de
cacao. Corporación Colombiana
de Investigación Agropecuaria.
CORPOICA. Bucaramanga -
Colombia. En: < www.corpoica.org.co > (28.04.08)

Nair, P. y K. Ramachandran. 1997.
Agroforestería. Centro de
agroforestería para el Desarrollo
Sostenible. Universidad

Orozco, L. 2005. *Enriquecimiento
agroforestal de fincas cacaoteras
con maderables valiosos en Alto
Beni, Bolivia*. Tesis de grado para
optar por el título de Magíster
Scientiae en Agroforestería
Tropical. Turrialba - Costa Rica.
En :< <http://orton.catie.ac.cr> >
(12.05.07).

Ortiz, M. 2006. *Conocimiento local y
decisiones de los productores de
Alto Beni, Bolivia, sobre el diseño
y manejo de la sombra en sus
cacaotales*. Tesis de grado para
optar por el título de Magíster
Scientiae en Agroforestería
Tropical. Turrialba - Costa Rica.
En :< <http://orton.catie.ac.cr> >
(20.05.07).

PIAF (Programa de Implementaciones
Agroecológicas y Forestales, El
Ceibo). 2001. Guía de especies
forestales del Alto Beni. La Paz -
Bolivia.

Rodríguez, M. 1991. *Fisiología Vegetal*.
1ra edición. Editorial Los amigos
del libro. Cochabamba - Bolivia.

Segura, M. 2005. *Proyecto captura
de carbono y desarrollo de
mercados ambientales en
sistemas agroforestales indígenas
con cacao en Costa Rica*. Tesis
de grado para optar por el
título de Magíster Scientiae en
Agroforestería Tropical. Turrialba
- Costa Rica. En :< <http://orton.catie.ac.cr> > (27.08.07)

Schlegel, B., J. Gayoso y J. Guerra.
2001. Manual de procesamiento
para inventarios de carbono en
ecosistemas forestales. Proyecto

FONDEF. En: <<http://www.promocionenelmercado mundial.pdf>> (21.05.07)

Somarriba, E. 2004. ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra de los cacaotales? Revista Agroforestería en las Américas. CD- ROM. Centro agronómico de investigación y enseñanza CATIE. N° 41-42, 122-130

Somarriba, E. y L. Trujillo. 2005. El Proyecto "Modernización de la cacaocultura orgánica del Alto Beni, Bolivia". Revista Agroforestería en las Américas. CD- ROM. Centro agronómico de investigación y enseñanza CATIE. N° 16, 12-16.

UMSS (Universidad Mayor de San Simón). 2008. Laboratorio de Suelos y Aguas. Normas de interpretación de análisis de suelos y aguas con fines de clasificación. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba – Bolivia.

Villarreal, J. 1988. Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos en laboratorio. 1ra Edición. Agruco Serie Técnica N° 10. Cochabamba – Bolivia.

Villegas, R. 2008. *Descomposición de las hojas del cacao y de seis especies arbóreas, solas y mezcla en Alto Beni, Bolivia*. Tesis de grado para optar por el título de Magíster Scientiae en Agroforestería Tropical. Turrialba - Costa Rica. En: < <http://orton.catie.ac.cr> > (18.09.07).

Efecto de la Aplicación de Tricobal en tres Variedades de Cebada forrajera (*Hordeum Vulgare* L.), Estación experimental de Kallutaca

Effect Of The Application of Tricobal In three Varieties of Fodder Barley (*Hordeum Vulgare* L.) Experiment Station Kallutaca

Yapu-Mamani Wilson

Tambo-Yujra Juan Pablo

Gutiérrez-Gonzales Eddy Diego

E-Mail: secont_5@hotmail.com

Ingeniería Agronómica - UPEA.

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental de Kallutaca, con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de Tricobal en el comportamiento agronómico de tres variedades de cebada forrajera (*Hordeum vulgare* L.) y evaluar el benéfico/costo de los tratamientos. El material genético empleado en la presente investigación correspondió a tres variedades de cebada forrajera: Monalisa, Ivon y IBTA-80 provenientes del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS) y Tricobal fabricado por Biotop que es un bioinsumo compuesto por: *Bacillus subtilis* 100g/Kg, *Trichoderma harzianum* 150g/Kg y *Trichoderma koninglopsi* 50g/Kg. El ensayo fue conducido en un arreglo de tratamientos en DBCA donde el primer factor (A) en estudio fue el efecto inoculante Tricobal con niveles $a_1=1:50$ gramos de Tricobal/semilla forrajera y a_2 =Sin inoculante y el segundo factor (B) fueron las tres variedades mejoradas de cebada forrajera b_1 =Ibta-80, b_2 =Ivon y b_3 = Monalisa, el ensayo abarco una superficie de 850 m², 18 unidades experimentales y cada unidad experimental conto con 33 surcos distribuidos en 39 m². Los resultados reflejaron que el Tricobal no influye significativamente sobre el comportamiento agronómico de las variedades de cebada, así como tampoco las variedades mostraron un comportamiento diferente estadísticamente, aunque se encontraron efectos relativos y realizado el análisis relación beneficio costo se encontró que se percibe un mejor beneficio costo con la variedad Monalisa aplicando Tricobal al 1:50 gramos/semilla.

Palabras clave: Cebada forrajera, inoculante, bioinsumo, tricobal.

ABSTRACT

Present investigation was driven at the Kallutaca Experiment Station, with the objective of determining the effect of the Tricobal application on the agronomic comportment of three varieties of fodder barley (*Hordeum vulgare* L.) and analyzing the beneficial cost of the treatments. The genetic material used in present investigation corresponded to three varieties of fodder barley: Monalisa, Ivon and Ibta-80 originating from the research Center in fodders "The Violet" (CIF UMSS) and Tricobal a compound bioinsumo manufactured by Biotop for: El *Bacillus subtilis* 100g/Kg, *Trichoderma Harzianum* 150g/Kg and *Trichoderma Koninglopsi* 50 g/Kg. The essay was in a repair drivenly of treatments in DBCA where the first factor (A) under consideration was the effect of the Tricobal application with levels $a_1=1:50$ of Tricobal grams fodder seed and a_2 : Without Tricobal and the second factor (B) were the three varieties improved of fodder barley b_1 =Ibta-80, b_2 =Ivon and b_3 =Monalisa, on an 850-meter surface squared, each experimental unit had

33 furrows distributed in 39 square meters. The results reflected that the Tricobal, benefit do not act significantly on the agronomic comportment of the varieties of barley, just like varieties did not evidence a different comportment statistically among themselves either, detecting evident relative effects and accomplished the relational economic analysis benefit /cost, determining a bigger benefit cost with the variety Monalisa applying Tricobal at 1:50 grams/seed..

Key words: Forage barley, inoculant, bioinsumer, tricobal.

Introducción

La cebada forrajera es uno de los insumos más importantes para la alimentación animal en el altiplano norte de Bolivia, posee amplia adaptación a diversos tipos de climas y suelos (Migliorine, 1984), su producción solo es superada por la alfalfa y avena. La preferencia para su cultivo se da por su precocidad, relativa resistencia al frío y a factores edafo-climáticos (Mayta, 2009).

Las condiciones climáticas en el altiplano son mucho más adversas con el cambio climático actual, que obliga al productor adoptar semilla mejorada, fertilizantes orgánicos, fungicidas y otros, para asegurar una buena producción. La constante liberación de variedades de cebada forrajera permite que el productor elija una variedad adecuada, considerando factores como rendimiento, calidad, tolerancia a sequía y enfermedades, para alcanzar la disponibilidad sin que esto ponga en peligro la sostenibilidad en contra posición del caso de fertilizantes químicos y fungicidas.

Una alternativa al uso de agroquímicos es el uso de microorganismos eficientes para fijar nutrientes, sintetizar fitoreguladores, liberar biofungicidas y otros, su utilización se ha reportado en diferentes cultivos como alfalfa, sorgo, trigo, maíz, quinua y otros. Estos microorganismos favorecen a través de la biodinámica de los suelos la recuperación de la fertilidad del mismo y permite sostenibilidad en el tiempo.

En maíz ha logrado incrementar la velocidad y porcentaje de germinación, reducir los efectos causados por condiciones de estrés ambiental (Bjorkman *et al.*, 1998) y la baja fertilidad, deficiente conservación de suelos sería superable con el empleo de biofertilizantes de preparación local (Franco *et al.*, 2005).

El problema en regiones del altiplano radica en que existe la necesidad de provisión continua de forraje para la alimentación de ganado vacuno y ovino, en los que la pradera es sobre explorado y las condiciones medioambientales se muestran adversos para la producción forrajera durante gran parte del año.

El presente estudio tiene el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de Tricobal en el comportamiento agronómico de tres variedades de cebada forrajera y analizar la relación beneficio costo. Para la promoción de variedades actuales de cebada forrajera y aplicación de Tricobal (un producto biológico que contiene cepas nativas de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma koninglopsi* y *Bacillus subtilis*, aisladas de diferentes zonas de Bolivia, con actividad en la rizosfera como un biofungicida y biofertilizante) sobre las semillas (BIOTOP, 2014). El principal componente de Tricobal *Trichoderma* spp. es un hongo que está presente en todo tipo de suelos agrícolas y ecosistemas, por su versatilidad, adaptación y fácil manipulación (Fernández-Larrea, 2001) que ha permitido su uso por más de 70 años como antagonista para el control de

enfermedades en plantas producidas por hongos en el mundo (Kubicek y Harman, 2002).

Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolló durante la campaña agrícola 2015-2016, en ambientes de la Estación Experimental de Kallutaca, dependiente de la carrera Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto, ubicado en la provincia Los Andes de la segunda sección del Municipio de Laja, al oeste del Departamento de La Paz distante a 15 km de la ciudad de El Alto.

La Estación Experimental de Kallutaca se sitúa geográficamente a 16°31'28" de latitud sur, 68°18'30" de longitud oeste, a una altitud de 3.901 msnm. Las condiciones climáticas corresponden a la clasificación del altiplano, seco húmedo con una temperatura promedio anual de 7.1 °C y una precipitación pluvial de 613.1 mm/año (SENAHMI, 2012).

El material genético empleado correspondió a tres variedades de cebada forrajera: IBTA-80, Ivon y Monalisa provenientes del Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF-UMSS) y Tricobal fabricado por PROINPA y Biotop un bioinsumo compuesto por *Bacillus subtilis* 100g/kg, *Trichoderma harzianum* 150g/kg y *Trichoderma koningloopsis* 50 g/kg como un promotor de crecimiento radicular que secreta fitohormonas que promueven el desarrollo de raíces más fuertes y sanas.

El primer factor (A) en estudio fue el efecto de la aplicación de Tricobal con niveles de a1=1:50g de Tricobal/semilla forrajera y a2=Sin Tricobal y un segundo factor (B) variedades mejoradas de cebada forrajera b1=IBTA-80, b2=Ivon y b3= Monalisa.

El ensayo se estableció sobre una área de 850m², 18 unidades experimentales, 6 tratamientos y 3 réplicas, para la presente

se realizó tareas agrícolas: roturado de suelo a 50 cm de profundidad, desterronado, nivelado y replanteo de las unidades experimentales, siembra a chorro continuo en surcos, con densidad de 120 kg*ha⁻¹ y estableciéndose bajo un arreglo de tratamientos utilizando diseño de bloques completos al azar (DBCA) con arreglo bifactorial (Ochoa, 2016), con 33 surcos de 6,5 m de largo por tratamiento, distancia de 0,20 m entre surcos además se realizó enmienda orgánica con 2800 t*ha⁻¹ de estiércol de oveja.

Para la aplicación de Tricobal a las semillas de cebada forrajera, se preparó en una bandeja la dosis de 1 Kg del Tricobal con 500 ml de agua, mezclándose hasta formar una solución pastosa, se añadió 50 Kg de semilla y mezcla hasta que las semillas queden cubiertas completamente, para hacer el secado bajo sombra.

Los métodos analíticos estadísticos empleados fueron el análisis de varianza, prueba de promedios de rango múltiple de Duncan para variables de comportamiento agronómico: Altura planta, número de macollos, espigas, plantas, hojas, longitud de espiga, relación hoja tallo y rendimiento en materia verde y seca. Se empleó el software estadístico Statgraphics Centurion XVII (9.9).

Resultados y discusiones

Los resultados se describen en función a los objetivos planteados, inicialmente se determina el efecto del Tricobal sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de cebada forrajera y finalmente se realiza el análisis económico.

Comportamiento agronómico

El comportamiento agronómico del ensayo en general (tabla 1), reflejo parámetros estadísticos de tendencia central, dispersión y distribución, contiene en los variables el efecto de la

aplicación de Tricobal en variedades de cebada forrajera Monalisa, Ivon y IBTA-80 en condiciones de la Estación Experimental de Kallutaca.

Para detectar diferencias entre el Tricobal (como tratamiento aplicado en una relación 1:50 respecto al peso de semilla) y testigo, las variedades y combinaciones

Tabla 1. Parámetros estadísticos para variables cuantitativas del efecto de aplicación del Tricobal sobre tres variedades de cebada forrajera.

Variables	Media	DS	Curtosis	Sesgo	Mínimo	Máximo
Altura de Planta ¶	83.86	20.62	1.05	0.63	60.00	122.00
Macollos*planta	3.78	0.80	0.68	0.74	2.40	5.50
Macollos*metro lineal	62.72	18.80	0.94	0.90	37.00	110.00
Plantas*metro lineal	17.78	3.17	1.01	0.10	11.00	25.00
Longitud de espiga ¶	6.00	1.10	0.75	0.84	4.25	8.46
Espigas*metro lineal	60.33	19.41	1.08	1.05	37.00	110.00
Hojas*macollo	4.18	0.64	1.26	0.13	3.20	5.20
Relación Hoja Tallo †	0.13	0.0	-0.9	0.1	0.10	0.1
Materia Verde ‡	20.21	13.6	-0.3	0.7	5.31	50.59
Materia Seca ‡	7.19	4.72	0.76	0.67	1.86	16.28

Centímetros † adimensional ‡ t*ha-1

La media general para altura planta alcanzo 83.86 cm, con una amplitud de variación de 60 y 122 cm, se encontró para número de macollos por metro lineal y numero de espigas por metro lineal alta amplitud de variación respecto a la media. Para rendimiento en Materia verde la media fue de 20.21 t*ha-1 variando entre 5.31 y 50.59 t*ha-1, en tanto Materia seca alcanzo una media de 7.19 t*ha-1 variando entre 1.86 a 16.28 t*ha-1, encontrándose estos en los márgenes de rendimiento estándar y experimental en condiciones del altiplano.

(interacción) en el comportamiento agronómico de cebada forrajera, el ANOVA mostro valores significativos explicando una variabilidad mayor al 50% (R2).

**: Altamente significativo al 0.01.

*: Significativo al 0.05.

ns :

No significativo.

%CV: Coeficiente de variación

R2: Coeficiente de determinación.

El ANOVA tabla 2, para altura planta evidencio la existencia de diferencias altamente significativas entre bloques (p=0.00), el resultado se ratifica para otras variables agronómicas, estas

Tabla 2. Cuadrados medios y análisis de varianza para: Atura planta (AP), Macollos por planta (NMP) y Macollos por metro lineal (NMM), y efecto de aplicación del Tricobal en tres variedades de cebada forrajera.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS Y PROBABILIDAD DE F					
		AP	p	NMP	p	NMM	p
Bloque	2	3111.15	<.00**	2.24	0.04 *	1757.38	0.0047 **
Tricobal	1	30.68	0.40 ns	0.01	0.89 ns	9.38	0.82 ns
Variedad	2	282.78	0.01 *	0.23	0.64 ns	92.38	0.61 ns
Tricobal*Variedad	2	2.7	0.93 ns	0.36	0.51 ns	234.72	0.31 ns
Error Experimental	10	40.44		0.51		183.12	
R2		0.94		0.52		0.69	
%CV		7.58		19.02		21.57	

**: Altamente significativo al 0.01.

*: Significativo al 0.05.

ns: No significativo.

%CV: Coeficiente de variación

R2: Coeficiente de determinación.

diferencias se deben a factores edáficos dispares entre bloques, evidencia una aplicación correcta del diseño. En cambio, el efecto inoculante Tricobal no presenta diferencias en relación al testigo (sin Tricobal) para altura planta ($p=0.40$), las variedades sí mostraron diferenciarse para altura planta ($p=0.01$), debido al factor genético implicado con características de absorción de nutrientes y resistencia a la sequía (Larcher, 1995).

El número de macollos por planta y número de macollos por metro lineal no muestran diferencias estadísticas con la aplicación de Tricobal, entre variedades, e interacción Tricobal*variedad, está variable es altamente influenciada por la humedad del suelo y otros factores relacionados al ambiente (Solís Nogales, 2012).

Para el número de hojas por plantas el análisis de varianza (tabla 3) encontró diferencias altamente significativas entre bloques ($p<0.01$), donde el bloque dos (DBCA) con condiciones favorables de drenaje, las plantas mostraron un desarrollo superior respecto al bloque uno (DBCA) y bloque tres (DBCA), limitando el desarrollo de la planta y en consecuencia al número de hojas. Para el Tricobal, variedad y Tricobal*variedad no se encontraron diferencias estadísticas significativas, dado que las plantas alcanzan un desarrollo similar en las diferentes combinaciones del efecto inoculante con las variedades.

Entre los niveles del factor Tricobal y Tricobal*variedad en longitud de espiga no se encontraron diferencias y si para factor variedad, implica características

Tabla 3. Cuadrados medios y análisis de varianza para: Numero de plantas por metro lineal (NPM), Numero de hojas por macollo (NHP) y Longitud de Espiga (LE), para la comparación del efecto de la aplicación Tricobal en tres variedades de cebada forrajera.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS Y PROBABILIDAD DE F					
		NPM	p	NHP	p	LE	p
Bloque	2	25.72	0.13 ns	2.70	<.0001	2.62	0.0059 **
Tricobal	1	10.88	0.32 ns	0.10	0.24 ns	0.02	0.81 ns
Variedad	2	0.38	0.96 ns	0.22	0.08 ns	6.00	0.0003 **
Tricobal*Variedad	2	2.72	0.77 ns	0.10	0.25 ns	0.22	0.49 ns
Error Experimental	10	10.25		0.07		0.29	
R2		0.50		0.89		0.85	
%CV		18.01		6.34		9.03	

** : Altamente significativo al 0.01.

* : Significativo al 0.05.

ns : No significativo.

%CV : Coeficiente de variación

R2 : Coeficiente de determinación.

** : Altamente significativo al 0.01.

* : Significativo al 0.05.

ns :

No significativo.

%CV : Coeficiente de variación

R2 : Coeficiente de determinación.

El ANOVA tabla 3, entre bloques, Tricobal, variedad y Tricobal*Variedad no detectó diferencias estadísticas significativas para número de plantas por metro lineal ($p>0.05$), atribuible a la alta viabilidad de la semilla y al empleo de semilla mejorada.

genéticas propios del cultivar y a la producción y semillero (Okuyama *et al.*, 2005).

** : Altamente significativo al 0.01.

* : Significativo al 0.05.

ns :

No significativo.

%CV : Coeficiente de variación

R2 : Coeficiente de determinación.

El análisis de varianza (tabla 4), entre bloques no se encontraron diferencias estadísticas ($p>0.05$) para relación hoja

Tabla 4. Cuadrados medios y análisis de varianza para: Relación hoja tallo (RHT) y Rendimiento en materia verde (MV) y Rendimiento en materia seca (MS), en la comparación del efecto de la aplicación de Tricobal en tres variedades de cebada forrajera.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS Y PROBABILIDAD DE F					
		RHT	p	MV	p	MS	p
Bloque	2	0.001	0.10 ns	1370000	<.00 **	166000	<.0001 **
Tricobal	1	0.0001	0.59 ns	1766.22	0.81 ns	150.18	0.84 ns
Variedad	2	0.0001	0.79 ns	41451.25	0.29 ns	2290.74	0.54 ns
Tricobal*Variedad	2	0.0006	0.16 ns	32100.65	0.37 ns	3288.6	0.42 ns
Error Experimental	10	0.0003		29808.32		29.81	
R ²		0.72		0.9		0.91	
%CV		22.01		27.01		26.06	

** : Altamente significativo al 0.01.

* : Significativo al 0.05.

ns: No significativo.

%CV: Coeficiente de variación

R²: Coeficiente de determinación.

tallo a pesar de que en otras variables ya analizadas si se encontraron diferencias y estas debidas a las diferencias edáficas, significa que existe una relación directa entre desarrollo foliar y desarrollo del tallo en la misma proporción. Entre los niveles del factor Tricobal, variedad y Tricobal*variedad no se encontraron diferencias estadísticas significativas para relación hoja tallo, que depende del cultivar como también del estado del desarrollo en que se encuentra la planta.

El análisis de varianza para rendimiento en Materia verde y Materia seca, se encontró diferencias altamente significativas entre bloques ($p < 0.05$), debido al anegamiento del suelo del bloque uno y tres, lo cual afectó negativamente a la absorción de nutrientes, que está en directa relación con niveles altos de salinidad explicándose la baja producción de materia verde en los bloques uno y tres respecto al bloque dos, estos resultados también fueron encontrados por Climente (2000), que señala que la salinidad provoca una disminución en todos los componentes de rendimiento de la cebada.

Entre los niveles de factor variedad y Tricobal no se encontró diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), para Materia verde y Materia seca, la

respuesta a este comportamiento se debe a que la Materia seca es la resultante de la constitución genética de un cultivar y del medio ambiente, como también de la interacción continua y dinámica entre ambos (Hayes *et al.*, 1955). A diferencia de los cereales destinados a producción de grano, la cebada como recurso forrajero, incluye el rendimiento a la Materia seca.

Variedades de cebada forrajera

Se determina el comportamiento de las variedades mostrando algunas diferencias entre variedades y la aplicación del efecto inoculante, aunque estas no fueron suficientes para diferenciarse estadísticamente.

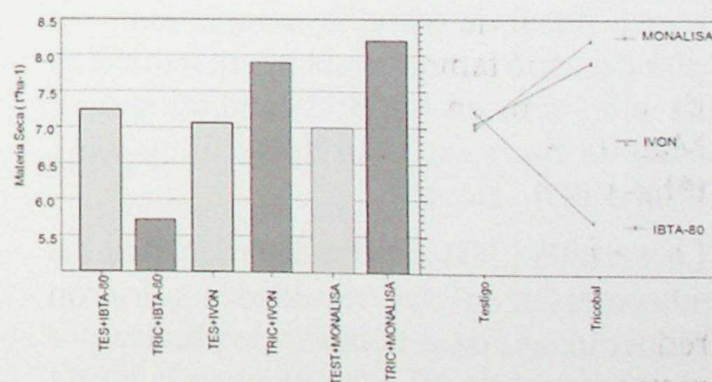


Figura 1. Interacción del efecto de la aplicación de Tricobal y Variedades, para rendimiento en Materia seca de cebada forrajera en la Estación Experimental de Kallutaca.

La variedad Monalisa mostró un comportamiento agronómico favorable con la aplicación de Tricobal excepto para el número de macollos por planta y altura

de planta los que sufrieron una ligera reducción, alcanzando 18 plantas por

con 7.23 t*ha-1 de materia seca, seguido por la variedad Ivon con 7.06 t*ha-1 y finalmente Monalisa con 6.99 t*ha-1.

El comportamiento es totalmente diferente si se considera el efecto inoculante, ya que la variedad Monalisa alcanza hasta 8.21 t*ha-1 con Tricobal,

Tabla 5. Análisis económico parcial para el comportamiento agronómico de tres variedades de cebada con dos dosis de Tricobal.

Variable	Unidad	Sin Tricobal			Con Tricobal		
		Ibta-80	Ivon	Monalisa	Ibta-80	Ivon	Monalisa
Rendimiento total	t*ha-1	7.23	7.06	6.99	5.72	7.91	8.21
Rendimiento ajustado	t*ha-1	6.51	6.35	6.29	5.15	7.12	7.39
Beneficio bruto	Bs*ha-1	4604.35	4496.09	4451.51	3642.72	5037.40	5228.46
Costo producción	Bs*ha-1	3650.00	3650.00	3650.00	3950.00	3950.00	3950.00
Beneficio neto		954.35	846.09	801.51	-307.28	1087.40	1278.46
Relación B/C		1.26	1.23	1.22	0.92	1.28	1.32

metro lineal sin Tricobal y con Tricobal, una altura planta de 92 cm sin Tricobal y 91 cm con Tricobal, el número de macollos por metro lineal fue de 58 sin Tricobal y con Tricobal 60, la relación hoja tallo aumento de 1.11 a 1.14 con Tricobal y el rendimiento en materia verde aumento de 20.8 t*ha-1 a 25.4 t*ha-1 con Tricobal.

La variedad Ivon también respondió favorablemente a la aplicación del Tricobal en número de macollos por metro lineal de 60 a 73, aunque la altura planta sufrió también una ligera reducción 81 a 77 cm, en tanto el rendimiento en Materia Seca aumento de 18.61 a 20.41 t*ha-1 con Tricobal.

La variedad IBTA-80 a diferencia de las anteriores todas las variedades sufrieron reducciones, para número de plantas por metro lineal de 19 a 16 plantas, la altura planta de 82 a 80 cm y el rendimiento en Materia Verde de 20.20 a 15.75 t*ha-1.

De acuerdo a la figura 1 de interacción, para Materia seca se puede señalar que la variedad IBTA-80 se comporta mejor sin aplicación de inoculante Tricobal, además supera a las demás variedades

Ivon incrementa su rendimiento hasta 7.91 t*ha-1 y contrariamente la variedad IBTA-80 reduce su rendimiento a 5.72 t*ha-1 con el efecto inoculante.

Análisis beneficio costo parcial

Se aplicó el análisis marginal CIMMYT (1988), considerando las variables de producción y el costo de producción de cebada con fines forrajeros que asciende a 3650 Bs*ha-1 y se sumó el costo del Tricobal para los correspondientes tratamientos, el mismo asciende a un costo de 300 Bs*ha-1.

Tabla 5. Análisis económico parcial para el comportamiento agronómico de tres variedades de cebada con dos dosis de Tricobal.

Para efectos de cálculo se estimó un valor promedio de Materia Seca en 5307 Bs*ha-1 con una producción de 7.5 t*ha-1; asumiendo indicadores de obtenidos por Soliz y Nogales (2012), que señala que en del distrito III del Municipio de Viacha municipio cercana a Kallutaca, el costo de heno asciende a 0.63 Bs*kg-1 con una humedad del 31%, con ajuste al 10%; por tanto, el quintal de heno varía

entre Bs. 30 y 35.

En el Cuadro 5, se presentan los beneficios netos y la relación beneficio costo parcial en función las combinaciones Tricobal y variedades. De acuerdo a los resultados la variedad Monalisa con inoculación de Tricobal registró el mayor beneficio neto con 1278,46 Bs*ha-1, seguido de la variedad Ivon con inoculación de Tricobal con 1087.40 Bs*ha-1.

Conclusiones

Respondiendo a los objetivos planteados del presente trabajo de investigación concluye con lo siguiente:

- El efecto de la aplicación de Tricobal sobre el comportamiento agronómico de tres variedades de cebada no fue significativo, solo presentándose diferencias relativas en algunas variables y en el rendimiento en Materia verde y seca a favor del Tricobal en variedades Monalisa e Ivon, y no así para IBTA-80 el cual redujo su rendimiento con la inoculación del Tricobal.

Asimismo, en la relación beneficio/costo (B/C), todas están por encima de 1 que implica beneficios significativos, excepto la variedad IBTA-80 con Tricobal y curiosamente se puede evidenciar que se pierde por cada boliviano invertido Bs.-0.08 con inoculación del Tricobal, los valores de beneficio/costo indican que conviene sembrar la variedad Monalisa con inoculación del Tricobal.

- La variedad IBTA-80 se comporta mejor sin aplicación de Tricobal y supera relativamente en rendimiento a las otras y las demás variedades se comportan mejor con la aplicación del Tricobal aunque estas diferencias no son significativas estadísticamente.

□ Con respecto a la Relación

beneficio costo, se percibe mejor benéfico neto con la variedad Monalisa con inoculación de Tricobal.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Carrera de Ingeniería Agronómica, por brindarnos un espacio en el Centro Experimental de Kallutaca para la realización de este trabajo de investigación. A sí mismo, agradecer al trabajo de los estudiantes de la signatura de Forrajes y Praderas Nativas, por haber ayudado, colaborado y consolidado la investigación. Quispe Lipe, Gladys; Quispe Mallea, Elvira; Quispe Choque, Faviola; Chapi Achu, Liset; Nina Quispe, Sara; Marca Condori, Freddy; Paxi Mamani, Freddy y Pacosillo Pacosillo, Nela.

Bibliografía

BIOTOP, 2014. Tricobal (En línea). Bolivia. Consultado el 2 de octubre de 2016. Disponible en: <http://www.biotopbolivia.org/index.php/en/biofungicida>

Bjorkman T, Blanchard LM, Harman GE.1998. Growth enhancement of shrunfen-2 (sh2) Sweet Corn by *Trichoderma harzianum* 1295-22: Effect of Environmental Stress. J Amer Soc Hort Sci. 123(1):35-40.

CIMMYT. 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Manual de metodología de evaluación económica. México. pp. 13-70.

Climente, R. I. 2000. Efecto de la salinidad sobre la cebada (*Hordium vulgare* L.) Analisis de caracteres morfo-fisiologicos y su relacion con la salinidad. Salamanca: SITETEX, S.L.

- Fernández-Larrea O. 2001. Microorganismos para el control fitosanitario. Avance en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Costa Rica. 62:96-100.
- Franco J, Herbas J, Ortuño N, Main G, Navia O. 2005. El Aporte de la Transformación de los Desechos Orgánicos en la Seguridad Alimentaria, Resultados de un Proyecto en Tiraque y Carrasco, Cochabamba. Revista de Agricultura. 34:14-18.
- Gutiérrez, F., 1990. Uniformización de técnicas y criterios de investigación. Metodología de evaluación en cereales menores forrajeros. Bolivia. Cochabamba. 23-48 p.
- Helsel, Z. and Thomas, J. 1987. Small grains forage. Journal Dairy Science. 70: 2330 – 2338.
- Kubicek C, Harman G. 2002. Trichoderma Gliocladium. Basic biology, taxonomy and genetics. Copyright Taylor & Francis Ltd. 1:1-271.
- Larcher, W. 1995. Physiological plant ecology. 3th. Springer. Germany. pp. 167-211.
- Mayta. F. 2009. Cultivo y manejo de pastos. Universidad Jose Carlos Mariatigui. Moquegua, Peru. 67p.
- Migliorine, F., 1984. Forrajes. Ed. DIAGAFIC. Barcelona España. pp 66 -167.
- SENAMHI. 2012. SISMET Base de datos: Datos Mensuales (En línea). Consulta: 20 agosto. 2014. <http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php>.
- Ochoa R. 2016. Diseños Experimentales. Diseño de Bloques Completos al Azar 2 ed. La Paz, Bolivia, Editorial OCHOA. 359 p.
- Okuyyama, L.A.; Federizzi, L.C.; Barbosa Neto, J.F. 2005. Plant traits to complement selection based on yield components in wheat. Ciencia Rural, Santa Maria. (Brazil). 35p.

Cultivo de Cebolla entre Hileras de Plantación de Tara

Cultivation of Onion between rows of Tara Plantation

Cipriano Condori Tenorio
E-Mail: ndoricct@gmail.com

Víctor Mamani Mamani
Agronomía – Ing. Sistemas - UPEA

RESUMEN

Cuando los agricultores plantan un monocultivo de tara (*Caesalpinia spinosa*), tienen que esperar cuatro o cinco años antes de percibir ingresos económicos. Ellos invierten dinero, trabajo y esfuerzo en sus campos. Si se implementa un sistema agroforestal, podrán disponer de un cultivo para cosechar un producto con algunos ingresos adicionales, mientras esperan el crecimiento y desarrollo de los árboles de tara. El objetivo de esta investigación es focalizar el intercultivo de productos agrícolas y forestales en un mismo terreno, con la consiguiente adición de nutrientes para la mejora de la calidad del suelo. El método utilizado es una primera experiencia de implementación de un sistema agroforestal en clima semi-árido del valle alto de Cochabamba - Bolivia, en la propiedad de Miguel Scavino (Collpaciaco), combinando una plantación comercial de tara con un cultivo anual de cebolla. Cuyos resultados fueron de un quintal (45 kg) de plantines de cebolla adquirido del comercio local, de la variedad "roja", plantándose a distanciadas de 35 cm entre hileras (8 hileras por surco) y a 20 cm entre plantas. Se cosechó un total de 16 cargas de cebolla (1600 kg), las cuales fueron vendidas a un precio de 90 Bs por carga, sumando un total de 1440 Bs.

Palabras Claves: intercultivo, monocultivo, agroforestal, cosecha, distancia entre plantas.

ABSTRACT

When farmers plant a monoculture of tara (*Caesalpinia spinosa*), they have to wait four or five years before collecting income. They invest money, work and effort in their fields. If an agroforestry system is implemented, they will be able to have a crop to harvest a product with some additional income, while they wait for the growth and development of the tara trees. The objective of this research is to focus the intercropping of agricultural and forest products in the same field, with the consequent addition of nutrients for the improvement of soil quality. The method used is a first experience of implementation of an agroforestry system in semi-arid climate of the high valley of Cochabamba - Bolivia, on the property of Miguel Scavino (Collpaciaco), combining a commercial tara plantation with an annual onion crop. The results were one quintal (45 kg) of onion seedlings purchased from the local trade, of the "red" variety, planting at a distance of 35 cm between rows (8 rows per furrow) and 20 cm between plants. A total of 16 onion loads (1,600 kg) were harvested, which were sold at a price of 90 Bs per load, totaling 1440 Bs.

Key words: intercropping, monoculture, agroforestry, harvest, distance between plants.

Egreso	Ingreso	Beneficio	Item	Cantidad
Plantines cebolla	1 qq		123 Bs	
Plantación	4 jornales		180 Bs	
Jornales aporque	4 jornales		180 Bs	
Jornales Cosecha	6 jornales		420 Bs	
Venta cebolla	16 cargas			1440 Bs
Total			903 Bs	1440 BS 537 Bs

Tabla 1.- Relación de ingresos-egresos del cultivo de cebolla

Conclusiones

Se evidencia que el uso de los espacios entre hileras en una plantación comercial de Tara puede ser utilizado para la producción de cultivos agrícolas tradicionales, generando ingresos económicos y de autoconsumo a corto plazo, mientras la plantación incrementa su porte.

A parte de este beneficio directo, se tienen beneficios indirectos como el control de malezas y plagas, además de la reducción de erosión hídrica, diversidad biológica, etc.

Este tipo de cultivo asociado, ya sea con cebolla u otra especie de bajo porte, puede ser realizado durante los primeros 4 a 5 años de la plantación de tara, mientras el dosel de las copas permita el ingreso suficiente de luz que permita el desarrollo del cultivo agrícola.

Teniendo en cuenta los parámetros utilizados en esta experiencia, se puede calcular que el cultivo de cebolla genera aproximadamente 1,15 Bs por metro cuadrado cultivado. Existe una superficie potencial de 8000m² cultivables por hectárea de plantación de tara, se podría generar un ingreso económico adicional de 9200 Bs (nueve mil doscientos Bolivianos) por hectárea, monto suficiente para realizar la manutención de la plantación comercial de Tara.

Los costos de implementación del cultivo asociado pueden ser drásticamente disminuidos si la superficie a cultivar es mayor y justifica la utilización de mecanización agrícola adecuada.

Recomendaciones

Se deben realizar análisis de fertilidad de suelos antes y después de la producción de cultivos agrícolas, para evitar el deterioro de las propiedades físico-químicas del terreno.

Al igual que con la agricultura tradicional, se deben identificar las especies agrícolas ideales para realizar una rotación óptima de cultivos, los cuales no compitan con la plantación de Tara y mantengan niveladas las concentraciones de nutrientes del suelo.

Es un trabajo más real su importancia radica en aprovechar terreno entre tara y tara para sembrar algo común mientras supera los cuatro años decrecimiento la tara.

Realizar este tipo de experiencias con otros cultivos agrícolas tradicionales, como la papa, alfalfa, amaranto, lechuga, etc.

Bibliografía

- Asociación Boliviana de Tara (ABT), 2008. Situación actual de las plantaciones de Tara en Bolivia. Cochabamba, Bolivia.
- De la Cruz, P. 2004. Aprovechamiento integral y racional de la tara (*Caesalpinia spinosa* – *Caesalpinia tinctoria*). Revista del Instituto de Investigación Vol. 7, N.º 14, 64-73 (2004) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- FAO, 1998. Zonificación Agroecológica del Valle Alto. Proyecto FAO GCP/RLA/126/JPN – CISTEL. Cochabamba, Bolivia.
- Fernández, F. 2002. El cultivo de la cebolla en Santiago del Estero: área de producción y aspectos más relevantes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria "INTA". Santiago del Estero, Argentina.
- Medina, Jeovanni. 2008. Cebolla: guía técnica. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Santo Domingo, DO. 64p.
- Muñoz, T. 2001. Recursos forestales y cambio de uso de la tierra en Bolivia. En: Información y análisis para el manejo forestal sostenible: Integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina. Santiago, Chile.
- Peñarrieta, J. 2009. Manejo Silvicultural de la Tara en los Valles Interandinos de Cochabamba, Potosí y Chuquisaca. Tesis de grado. Escuela de Ciencias Forestales, Centro de Semillas Forestales "BASFOR". Cochabamba, Bolivia.