



EVALUACION DEL IMPACTO EN LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA POR EFECTO DE LA PUESTA EN VALOR DEL COMPLEJO ARQUEOLOGICO DE KANTUPATA SANTUARIO HISTORICO DE MACHUPICCHU

Rodríguez Isabel, Zamalloa Violeta, Ochoa María Luisa, Machaca, Eufemia
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Rod_isabel@yahoo.es. viozaac@gmail.com.

RESUMEN

La oficina Descentralizada del Ministerio de Cultura, con la finalidad de ampliar las zonas turísticas dentro del Santuario Histórico de Machupicchu, desde el año 2005 ha intervenido el complejo arqueológico de Kantupata con actividades de limpieza de la flora existente, que cubrían los andenes para poner al descubierto el complejo arquitectónico Inca para su puesta en valor, como parte del circuito de camino Inca. Este lugar alberga una gran diversidad biológica; el estudio se realizó durante los años 2009 y 2010, con la finalidad de evaluar el impacto en la diversidad florística por las actividades de intervención para la puesta en valor, aplicando metodologías de evaluación de la diversidad florística dentro y fuera del complejo, actividades de intervención que han causado impactos sobre la vegetación a través de una matriz de importancia causa- efecto y

análisis de impactos; llegando a las siguientes conclusiones: Las acciones de intervención en el complejo arqueológico de Kantupata afecta la composición florística la cual está dominada por las especies *Chusquea scandens*, *Vaccinium floribundum*, *Paspalum ceresia*, *Oreomyrtris andicola*, *Masdevallia veitchiana* y *Stevia andina*, se ha registrado un total de 69 especies. Se reporta baja diversidad de especies en las zonas evaluadas con valores < 2 y 3 en comparación al sector de wiñayhuayna cuyo valor es > 3.15 , los valores de similaridad son bajos 33% y 8.3% en el sector de Kantupata y Torrepata respectivamente lo que demuestra que las actividades de intervención llevadas a cabo dentro del complejo han afectado la flora del lugar, los impactos son negativos y moderados con un valor < 36 según la matriz causa – efecto.

PALABRAS CLAVES

Impacto ambiental, kantupata, diversidad florística, puesta en valor.



ABSTRACT

The Decentralized office of culture Ministry, with the purpose of expanding the tourist areas within the Historic Sanctuary of Machu Picchu, since 2005 has involved the archaeological complex of Kantupata cleaning activities of existing flora, covering the platforms to expose Inca architectural complex for its value as part of the Inca road circuit, this place holds great biological diversity, the study was conducted in 2009 and 2010, in order to assess the impact on the floristic diversity activities intervention for the enhancement, applying evaluation methodologies floristic diversity within and outside the complex intervention activities have caused impacts on vegetation through a matrix of causal importance and impact

analysis; reached the following conclusions: the intervention actions in the archaeological complex Kantupata affect floristic composition which is dominated by species *Chusquea scandens*, *Vaccinium floribundum*, *Paspalum Ceresia*, *Oreomyza andicola*, *Masdevallia veitchiana* and *Stevia andina*, there has been a total of 69 species, low diversity of species reported in the areas evaluated values <2 and 3 compared to Wiñayhuayna sector whose value is > 3.15, the similarity values are 33 % lower and 8.3 % in the sector respectively Kantupata and demonstrating Torrepata that intervention activities carried out within the complex have affected the flora, the impacts are negative and moderate with a value < 36 as the matrix cause-effect.

INTRODUCCION

El complejo arqueológico de Kantupata forma parte del Santuario Histórico de Machupicchu, contiene sistemas de andenerías y recintos arquitectónicos, se encuentra a 08 Km de la ciudadela de Machupicchu, pertenece al distrito Machupicchu, provincia de Urubamba, departamento del Cusco, a 13° 11' 45" latitud sur y 72° 33' 50" longitud oeste, Coordenadas UTM 8539212, entre los 3 380m a 3 478 msnm. Corresponde a las zonas de vida de bosque muy húmedo montano bajo subtropical, (bmh-MBST), con un clima propio de bosque de ceja de selva o selva alta caracterizado por variaciones de temperatura entre 6 a 12 °C, precipitación anual 1900 mm, bosque muy húmedo montano bajo subtropical, (bmh-MBST) contienen una gran diversidad florística en sus diversas formas de vida arbóreas, arbustivas, herbáceas, trepadoras, epifitas, (Orquídeas, bromelias,

musgos líquenes y helechos); antes de la intervención para la puesta en valor estuvieron cubiertos por una densa vegetación natural constituida por helechos arbóreos considerados fósiles vivos, musgos, orquídeas y otras especies arbóreas y arbustivas silvestres. Las actividades de intervención se iniciaron en el año 2005, las cuales han influido en la composición de la vegetación natural de la zona. Por lo que es necesario realizar un estudio de la composición florística dentro y fuera del complejo y zonas aledañas, con la finalidad de evaluar el impacto en la diversidad florística por efectos de las acciones de intervención para la puesta en valor del complejo arqueológico de Kantupata, en base a los datos obtenidos plantear alternativas de conservación y manejo sostenido.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó equipos de campo, GPS, cámara fotográfica, prensa botánica, material biológico, tijeras de podar, wincha, estacas, cordel y otros, para determinar el área de estudio se tomó en cuenta la ubicación del Complejo arqueológico de Kantupata y zonas aledañas de Phuyupatamarca y Wiñayhuayna, las evaluaciones se realizaron dentro, fuera del complejo y zona aledaña a través de un muestreo aleatorio estratificado, en estratos que tiene cierta homogeneidad, empleado el método del cuadrado de inventario de 10 x 10 m = 100 m², las unidades muestrales fueron ubicadas dentro del complejo de Kantupata, fuera del complejo, en la zona de acceso al complejo Cruz Pata y

Torrepatá, las zonas aledañas Phuyupatamarca y Wiñayhuayna (05 unidades muestrales), las especies botánicas colectadas fueron determinadas con ayuda de bibliografía y apoyo de especialistas; los parámetros poblacionales de la vegetación a ser evaluados fueron:

DENSIDAD (D): Viene a ser el número de individuos de una especie (N) presentes en un área determinada (A) (Matteucci & Colma, 1982)

$$D = \frac{N}{A}$$

DENSIDAD RELATIVA (DR)

$$D = \frac{D}{\sum D} \cdot 100$$

DOMINANCIA (DO): Indica la abundancia relativa de cada especie no definida claramente. En la práctica es más dominante aquella categoría vegetal que es más notable en la comunidad, ya sea por altura o cobertura. (Matteucci & Colma, 1982)

$$D = \frac{i}{N}$$

DOMINANCIA RELATIVA (DoR)

$$DoR = \frac{D_i}{\sum D} \cdot 100$$

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Evaluación de la composición florística dentro y fuera del complejo arqueológico de Kantupata y zonas aledañas.

CUADRO.01

Variables Poblacionales de Densidad y Dominancia de la Composición Florística dentro del Complejo de Kantupata

ESPECIE	No	D	DR	DO	DoR
<i>Chusquea scandens</i>	22	0.22	11.52	0.12	11.52
<i>Palicourea sp</i>	6	0.06	3.14	0.03	3.14
<i>Polypodium sp</i>	38	0.38	19.90	0.20	19.90
<i>Asplenium sp</i>	18	0.18	9.42	0.09	9.42
<i>Miconia sp</i>	5	0.05	2.62	0.03	2.62
<i>Peperomia umbellatum</i>	12	0.12	6.28	0.06	6.28
<i>Oreopanax cuspidatus</i>	4	0.04	2.09	0.02	2.09
<i>Ilex sp</i>	9	0.09	4.71	0.05	4.71
<i>Pitcairnia sp</i>	15	0.15	7.85	0.08	7.85
<i>Clethra obovata</i>	6	0.06	3.14	0.03	3.14
<i>Weinmannia sp</i>	9	0.09	4.71	0.05	4.71
<i>Cyathea sp (Helecho Arboreo)</i>	3	0.03	1.57	0.02	1.57
<i>Maxillaria alpestris</i>	10	0.1	5.24	0.05	5.24
<i>Stelis sp</i>	18	0.18	9.42	0.09	9.42
<i>Masdevallia veitchiana</i>	16	0.16	8.38	0.08	8.38
TOTAL	191	1.00	100.00	1.00	100.00

Fuente : Elaboración propia

El cuadro 01 muestra que las especies que presentan mayor densidad y dominancia son: el helecho *Polypodium sp*, con 0,38 y 19,90 respectivamente seguido de la especie *Chusquea scandens* con 0,22 y 11,52 respectivamente.



CUADRO. 02

Variables Poblacionales de Densidad y Dominancia de la Composición Florística Fuera del Complejo de Kantupata

ESPECIE	No	D	DR	DO	DoR
<i>Chusquea scandens</i>	25	0.25	7.46	0.07	7.46
<i>Palicourea sp</i>	7	0.07	2.09	0.02	2.09
<i>Polypodium sp</i>	25	0.25	7.46	0.07	7.46
<i>Asplenium sp</i>	23	0.23	6.87	0.07	6.87
<i>Miconia sp</i>	7	0.07	2.09	0.02	2.09
<i>Peperomia umbellatum</i>	19	0.19	5.67	0.06	5.67
<i>Oreopanax cuspidatus</i>	6	0.06	1.79	0.02	1.79
<i>Ilex sp</i>	8	0.08	2.39	0.02	2.39
<i>Pitcairnia sp</i>	23	0.23	6.89	0.07	6.89
<i>Clethra obovata</i>	8	0.08	2.39	0.02	2.39
<i>Weinmannia sp</i>	10	0.1	2.99	0.03	2.99
<i>Cyathea sp (Helecho Arboreo)</i>	5	0.05	1.49	0.01	1.49
<i>Maxillaria alpestris</i>	16	0.16	4.78	0.05	4.78
<i>Stelis sp</i>	15	0.15	4.48	0.04	4.48
<i>Masdevallia veitchiana</i>	13	0.13	3.88	0.04	3.88
<i>Cuphea cordata</i>	23	0.23	6.87	0.07	6.87
<i>Stevia herrerae</i>	17	0.17	5.07	0.05	5.07
<i>Vaccinum floribundum</i>	25	0.25	7.46	0.07	7.46
<i>Halena umbellata</i>	12	0.12	3.58	0.04	3.58
<i>Werneria nubigena</i>	8	0.08	2.39	0.02	2.39
<i>Axonopus scoparius</i>	19	0.19	5.67	0.06	5.67
<i>Epidendrum sp</i>	14	0.14	4.18	0.04	4.18
<i>Masdevalia vetchiana</i>	7	0.07	2.09	0.02	2.09
TOTAL	335	1.00	100.00	1.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 02 muestra que las especies que presentan mayor densidad y dominancia son : *Chusquea scandens*, *Polypodium sp*, y *Vaccinum floribundum* con 0,25 de densidad y dominancia relativa de 7, 46.

Tanto para Shannon como para Margalef los valores son menores a 3, lo que indica una diversidad media de especies dentro del complejo de Kantupata.

En cuanto a la riqueza de especies, según Simpson, el valor hallado indica que hay poca riqueza dentro del complejo de Kantupata, sin embargo fuera del recinto hay mayor riqueza de especies.

CUADRO. 03

VARIABLES Poblacionales de Densidad y Dominancia de la Composición Florística del Sector Aledaño al Complejo de Kantupata

Cruzpata - Torrepata

Cuadrante A

ESPECIE	No	D	DR	DO	DoR
<i>Lycopodium glaucescers.</i>	17	0.17	4.00	0.04	4.00
<i>Alchemilla erodiifolia</i>	35	0.35	8.24	0.08	8.24
<i>Lupinus sp</i>	8	0.08	1.88	0.02	1.88
<i>Lobelia terrera</i>	--	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Eryngium weberbaueri</i>	35	0.35	8.24	0.08	8.24
<i>Hypericum brevistylum</i>	43	0.43	10.12	0.10	10.12
<i>Paspalum ceresia</i>	95	0.95	22.35	0.22	22.35
<i>Oreomyrnis andicola</i>	63	0.63	14.82	0.15	14.82
<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	27	0.27	6.35	0.06	6.35
<i>Trifolium amabile</i>	53	0.53	12.47	0.12	12.47
<i>Gamochaeta americana</i>	16	0.16	3.76	0.04	3.76
<i>Veronica persica</i>	33	0.33	7.76	0.08	7.76
<i>Halenia umbellata</i>	---	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	425	4.25	100.00	1.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadrante B

ESPECIE	No	D	DR	DO	DoR
<i>Lycopodium glaucescers.</i>	37	0.37	5.58	0.06	5.58
<i>Alchemilla erodiifolia</i>	25	0.25	3.77	0.04	3.77
<i>Lupinus sp</i>	16	0.16	2.41	0.02	2.41
<i>Lobelia terrera</i>	15	0.15	2.26	0.02	2.26
<i>Eryngium weberbaueri</i>	48	0.48	7.24	0.07	7.24
<i>Hypericum brevistylum</i>	59	0.59	8.90	0.09	8.90
<i>Paspalum ceresia</i>	125	1.25	18.85	0.19	18.85
<i>Oreomyrnis andicola</i>	87	0.87	13.12	0.13	13.12
<i>Anthericum eccremorrhizum</i>	59	0.59	8.90	0.09	8.90
<i>Trifolium amabile</i>	77	0.77	11.61	0.12	11.61
<i>Gamochaeta americana</i>	36	0.36	5.43	0.05	5.43
<i>Veronica persica</i>	53	0.53	7.99	0.08	7.99
<i>Halenia umbellata</i>	26	0.26	3.92	0.04	3.92
TOTAL	663	6.63	100.00	1.00	100.00

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro 03 se observa que en el sector aledaño al complejo de Kantupata, cuadrantes A y B, las especies de mayor densidad y dominancia son *Paspalum ceresia* 0,95 y 22,35 seguido de *Oreomyrnis andicola*, con 0,87.

Mediante el paquete estadístico utilizado se ha podido obtener los resultados mostrados en el cuadro 03 indicando que la dominancia es ligeramente mayor en el cuadrante A, aunque para el índice de Simpson sea lo contrario- debe tomarse en cuenta que existe más individuos en el cuadrante B por lo tanto hay mayor riqueza en éste. En cuanto a los índices de diversidad, tanto para Shannon como para Margalef hay mayor diversidad



en el cuadrante B, sin embargo para ambos casos los valores indican que hay baja diversidad en Torrepatá; La especie con mayor densidad y dominancia abundancia para el sector de Phuyupatamarca es *Viola Pygmaea* con 0,38 y 21,97, seguida de *Sobleria macrophylla* con 0,35 y 20,23.

Para el sector de Phuyupatamarca, la diversidad es aún más baja que en Kantupata, de igual manera los índices de dominancia indican que es menor.

La especies con mayor dominancia y densidad en el sector de Wiñayhuayna son *Chusquea dombeyana* con 0,25 y 7,25 respectivamente y *Masdevallia veitchiana* 0,23 y 6,23 respectivamente y *Stevia andina* con 0,22 y 6,38 respectivamente.

La diversidad en Wiñaywayna es mayor y los índices indican que su vegetación es medianamente diversa. Su dominancia y riqueza es baja, a pesar de presentar mayor número de especies.

Los análisis de similaridad se hicieron entre los sectores evaluados (dentro y fuera del recinto) de Kantupata y también se analizó la similaridad existente entre el sector de Kantupata y el sector de Torrepatá.

Entre los sectores de Kantupata se obtuvo 33% similaridad, entre los sectores de y Torrepatá la similaridad es de 8.3%.

Lo anterior significa que hay mayor similaridad de especies entre los sectores de Kantupata a comparación de la similaridad entre los sectores de Torrepatá; sin embargo los valores hallados muestran que la poca similaridad entre las especies evaluadas tanto fuera como dentro del recinto de Kantupata.

Casi no existe similaridad entre los cuadrantes evaluados en Torrepatá y Kantupata cuyo valor es aún menor.

2. Actividades que afectan a la vegetación por las acciones de intervención para la puesta en valor.

- Limpieza del terreno y remoción de tierra
- Extracción y traslado de plantas especialmente orquídeas y helechos
- Corte de helechos arbóreos y plantas leñosas
- Apertura del sendero para los visitantes
- Limpieza de las andenerías incas
- Instalación de Servicios Higiénicos

1. Matriz de importancia y análisis de impactos

Impactos ambientales generados por la intervención

- Por la naturaleza
Negativo (-), por algunos impactos generados al medio durante la ejecución niveles mínimos, fácilmente mitigables
- Intensidad (I)
Impacto medio (6)
- Extensión (EX)
Puntual, en un área determinada (3)
- Por el momento en que se manifiesta (MO)
Impacto temporal a corto plazo (4)
- Por su persistencia (PE)
fugaz, debido a que el efecto de su duración es mínimo (1)
- Por su calidad de recuperación (MC)
Impacto totalmente recuperable en zonas adyacentes (2)
- Por la relación sinergia (SI)
Indirecto, debido a la interdependencia entre un factor con otro.(2)
- Por la interrelación de acciones y/o efectos (EF)
Forma de manifestación del efecto sobre el factor es de manera indirecta (1)
- Por su Acumulación (AC)
Los impactos no son acumulativos (1).
- Por su Reversibilidad (RV)
Los factores afectados son recuperables una vez que cese el Proyecto a corto plazo (1)
- Periodicidad (PR)
Se refiere a la irregularidad de manifestación del efecto (4)

$$I = (+) I + EX + MO + PE + MC + SI + EF + AC + RV + PR$$

Los impactos con valores de importancia menores a 25 son considerados irrelevantes o compatibles, o bajos en impactos, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75. Estos cálculos sobre valores de 100 puntos

CUADRO. 04

Matriz de Análisis de Impactos por Actividades de Limpieza en el Complejo Arqueológico de Kantupata

Matriz de Análisis de Impactos												
Causa		Parámetros de Evaluación										
Impacto Ambiental por Intervención		Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperación	Sinergia	Acumulación	Efectos	Periodicidad
Actividades del Proyecto	Limpieza de terreno y remoción		2	1	4	1	4	4	1	1	2	2
	Corte de helecho arbóreo		3	1	4	1	4	8	1	1	2	1
	Corte de especies leñosas		3	1	4	1	4	8	1	1	2	1
	Apertura de senderos		2	1	1	2	3	4	2	1	1	2
	Instalación de pozos sépticos		2	1	3	2	1	1	2	1	1	1
	Eliminación de desmontes		2	1	3	1	1	4	1	1	2	1
	Extracción y traslado de plantas (orquídeas y helechos)		2	1	4	2	1	1	2	1	2	1
	Sumatoria		16	7	23	10	18	30	10	7	12	9
	Promedio		4	2	6	3	5	8	3	2	3	2

Fuente: Elaboración propia

I= (-) 4+2+6+3+5+8+3+2+3+2

I= (-) 36

De acuerdo a los resultados los impactos negativos entre 25 y 50 se consideran moderados.

Se ha elaborado una matriz de causa efecto para poder demostrar de manera cualitativa los impactos causados por las actividades de limpieza en el centro arqueológico de Kantupata en el Santuario Histórico de Machupicchu.

CUADRO. 04

MATRIZ DE ANÁLISIS DE IMPACTOS DE ACTIVIDADES DE LIMPIEZA EN EL COMPLEJO DE KANTUPATA

Causa		Efecto de la Intervención
Impacto Ambiental por Intervención		
Actividades del Proyecto	Limpieza de terreno y remoción	
	Corte de helecho arbóreo	
	Corte de especies leñosas	
	Apertura de senderos	
	Instalación de pozos sépticos	
	Eliminación de desmontes	
	Extracción y traslado de plantas (orquídeas y helechos)	
MAGNITUD	POSITIVO	NEGATIVO
ALTO		
MODERADO		
BAJO		

Fuente Elaboración propia



CONCLUSIONES

Las acciones de intervención para la puesta en valor emprendidas en el complejo arqueológico de Kantupata del Santuario Histórico de Machupicchu, afectan la composición florística de la zona, la composición florística dentro y fuera del complejo arqueológico de Kantupata y zona aledañas está dominada por las especies *Chusquea scandens*, *Vaccinium floribundum*, *Paspalum ceresia*, *Oreomyzris andicola*, *Masdevallia veitchiana* y *Stevia andina*; se ha registrado un total de 69 especies en los sectores evaluados, cada uno de los cuadrantes muestra diferentes especies, lo que podría indicar que hay una variada composición florística a pesar de estar casi a la misma altitud, se reporta baja diversidad de especies en las zonas evaluadas con valores < 2 y 3 en comparación al sector de wiñayhuayna, cuyo valor es > 3.15 ; los valores de similaridad, son bajos (33% y 8.3%), en el sector de Kantupata y Torrepatá respectivamente lo que demuestra que las actividades de intervención llevadas a cabo dentro del complejo han afectado la flora del lugar, de acuerdo a la evaluación de impactos, se ha determinado que los mismos son negativos y moderados con un valor < 36 según la matriz causa – efecto.

LITERATURA CITADA

- Mendivil R. Pinedo L. 2000 Monitoreo en Áreas Naturales Protegidas. Propuesta de un Plan de Monitoreo para el Santuario Histórico de Machupicchu- Maestría en Ecología y Recursos Naturales – UNSAAC
- Ministerio de Agricultura- INC- INRENA. 1998.- Plan Maestro del Santuario Histórico de Machupicchu. Cuzco Perú.
- DUEÑAS, H. 1992. Estructura diamétrica y diversidad arbórea en Wiñaywayna Santuario Histórico de Machupicchu. Tesis Universitaria. Facultad de Ciencias Biológicas. UNSAAC.
- Galiano, S. W. 2000. Situación Ecológica Ambiental del santuario Histórico de Machupicchu. Una Aproximación. Edición. Programa Machupicchu Cusco.
- GIL, M. J.E. 1999. Evaluación de Impactos Ambientales en el SHM. Propuesta de Manejo. Revista Universitaria No.137.UNSAAC. Cusco.
- León, R. 2008. Publicación periodística. Revista Caretas. Lima. Perú.
- Franco Lopez J. 1989. - Manual de Ecología Editorial Trillas, México