

CONTENIDO

ARTÍCULOS ORIGINALES

<p>Cristian Vasco, Diego Salazar, Juan Borja, Karina Limaico <i>El impacto de la migración internacional y las remesas en los patrones productivos: el caso del Ecuador rural</i></p>	1-6
<p>Juan Borja <i>La producción de banano bajo el sistema de comercio justo: un análisis del caso ecuatoriano</i></p>	7-10
<p>Carlos Ernesto Aguilar Jiménez, Itzayara Alvarado Cruz, Franklin B. Martínez Aguilar, José Galdámez Galdámez, Antonio Gutiérrez Martínez, Juan Alonso Morales Cabrera <i>Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (Coffea arabica L.) en etapa de vivero</i></p>	11-20
<p>Virginia Susana Martiren, Roberto Andrés Fonterosa, Xavier Bolívar Lastra-Bravo, Guido Fernando Botta <i>Compactación por el tráfico de la maquinaria agrícola: su efecto sobre el esfuerzo cortante del suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mayz L.)</i></p>	21-36
<p>Hernán Sancho & Eloy Molina <i>Efecto de la concentración del H_3O^+ y Mg en el crecimiento inicial y la absorción de nutrimentos en plantas de banano cultivadas en solución hidropónica</i></p>	37-52
<p>Hernán Sancho & Eloy Molina <i>Efecto del Mg y pH en la reducción de la toxicidad de Al en plantas de banano cultivadas en solución hidropónica</i></p>	53-66
<p>Roberto Boada, José Espinosa <i>Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador</i></p>	67-82
<p>Herman Hernández Benalcázar <i>Recuperación de un ecosistema perturbado en el cerro El Castillo del Bosque Protector Mindo Nambillo</i></p>	83-90

CONTENIDO

Carlos David Herrera Ramírez, Jaime Ramiro Hidrobo Luna, Emilio Rodrigo Basantes Morales <i>Evaluación del efecto de la asociación de coberturas vegetales vivas sobre el cultivo de uvilla (<i>Physalis peruviana</i> L.) en Huaca, provincia del Carchi, Ecuador</i>	91-100
Eloy Castro, Carmen Pérez, Carlos Alberto Ortega, Diego Salazar Vizuete, Juan Pazmiño González <i>Evaluación de dos estimulantes hormonales para el engorde de toretes Brahman bajo pastoreo y bloques multinutricionales suplementarios</i>	101-104
Aníbal Fuentes Moreno <i>Aproximación teórica del objeto de estudio del turismo</i>	105-110
Enrique Cabanilla Vásconez <i>Tendencias en la demanda laboral del sector turístico del Ecuador</i>	111-122
Edison Molina, Patricia Ercolani, Guillermo Ángeles <i>La construcción de los espacios públicos de ocio en la ciudad de Quito</i>	123-146
Aída Arteaga Mena, Estefanía Segarra <i>Diseño del proyecto ecoturístico Shalcani y valoración de impactos ambientales durante la fase constructiva, Misahuallí, Napo</i>	147-154
Verónica Lisbeth Jaramillo-Pajuña, Jacquelyn Pacheco, Cecilia Jaramillo, Xavier Lastra-Bravo <i>El uso del marketing en el turismo: desarrollo del mercado de artesanías de la comuna kichwa Mandari Panga, Orellana, Ecuador</i>	155-166
Marco Sarango, Enrique Cabanilla <i>Parámetros para la planificación estratégica del turismo en la parroquia de Tumbaco, cantón Quito</i>	167-178
<i>Instrucciones para autores</i>	179-181

El impacto de la migración internacional y las remesas en los patrones productivos: el caso del Ecuador rural

The impact of international migration and remittances on agricultural production patterns: the case of rural Ecuador

Cristian Vasco¹, Diego Salazar¹, Juan Borja¹, Karina Limaico¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

Este artículo analiza los efectos de la migración internacional en el gasto en fertilizantes y la compra de ganado en el Ecuador rural. Los resultados muestran que los hogares migrantes exhiben una mayor propensión a adquirir ganado que sus pares sin migrantes. Sin embargo, la cantidad de remesas recibidas por el hogar no tienen ninguna influencia en la adquisición de ganado. Estos resultados son consistentes con los de otros estudios que han analizado el impacto de la migración en la actividad de finca e indican que los hogares migrantes han abandonado los cultivos en favor de la ganadería como una estrategia para contrarrestar las pérdidas de mano de obra resultantes de la migración.

Palabras clave: migración, remesas, fertilizantes, ganado, Ecuador.

Abstract

This paper analyzes the effects of international migration and remittances on fertilizer expenditure and cattle acquisition in rural Ecuador. The results show that migrants' households exhibit a higher propensity to acquire livestock than their counterparts without migrants. However, the monthly amount of remittances received by a household does not have any influence on the likelihood of cattle acquisition. These results are consistent with those of several other studies analyzing the impact of migration on farm activity choice and indicate that migrants' households tend to switch from crop production to the less labor demanding cattle production in order to cope with household labor losses resulting from migration.

Keywords: migration, remittances, fertilizers, cattle, Ecuador.

1. Introduction

International migration from rural areas is a trend that has deserved considerable attention from researchers since the late 1990s. Given the importance of farming activities in rural regions, several studies have focused on analyzing the impacts of migration and/or remittances on rural income (Miluka *et al.*, 2007; Pfeiffer & Taylor, 2007), farm activity choice (Pfeiffer & Taylor, 2007; Wouterse & Tay-

lor, 2008) asset accumulation (Adams, 1998; Lucas, 1987; Taylor, 1992), farm technical efficiency (Mochebelele & Winter-Nelson, 2000; Wouterse, 2008) adoption of technology (Quinn, 2009), agricultural input expenditure (Gray, 2009; Miluka *et al.*, 2007) and labor force demand (Gray, 2009; Salas Alfaro & Pérez Morales, 2007).

Several researchers have paid special attention to the effects of migration and remittances on agri-

cultural expenditure and farm activity choice. To illustrate, Gray (2009) is able to determine that, *ceteris paribus*, remittance recipient households in southern Ecuador spent more on agricultural inputs than their counterparts without migrants. Instead, migration does not affect input expenditure. Gray points out those remittances are used to enhance yields and reduce labor demands on household members who stayed. Miluka *et al.* (2007) find that Albanian migrants' households spend less on agricultural inputs and equipment rental than their counterparts without migrants. The authors imply that instead of spending remittances on labor saving technologies, migrants' households prefer investing in the less labor demanding livestock production. Similar conclusions are drawn by Wouterse & Taylor (2008) who find out that intercontinental migration from Burkina Faso is associated with smaller net income from staple cropping and larger income from livestock production. According to the authors these findings reflect an imperfect labor market that averts migrants' households from using remittances for hiring wage labor and rather encourages them to invest remittances in livestock. McCarthy *et al.* (2006) report a shifting pattern from crop to livestock production in Albanian migrants' households. Rather than endorsing it to labor scarcity, the authors suggest that migrants' households switch to livestock production due to the fact that it is more profitable than crop production. Pfeiffer & Taylor (2007) report that migration has no effect on livestock production in Mexico. The authors explain this finding by addressing that livestock production requires little labor which can be provided by marginal labor force, e.g. children. These findings are consistent with several qualitative studies (Caguana, 2008b; Jokisch & Lair, 2002; Kyle, 2000; Martínez, 2004; Pribilsky, 2007) carried out in Ecuador which hold that labor losses resulting from international migration have driven migrants' households to switch from subsistence cropping to cattle production.

In general, literature reports a tendency for migrants' households to leave cropping in favor of livestock production. This paper analyzes the effects of migration and remittances on a) households' fertilizer expenditure and b) the likelihood for a household to have acquired cattle. In this way it intends to clarify how international migration affects production patterns and livelihood strategies of rural Ecuadorian households. Besides this introduction this paper is structured as follows: part 2

introduces the data set and the variables used for the analyses, part 3 explains the methodology, part 4 present the results and part 5 concludes.

2. Data and variables

The main source of data for this research work is the Living Standards Measurement Survey (LSMS) 2005-2006 carried out by the National Institute of Statistics (INEC). This cross-sectional data set has national representation and includes information about: household composition, education and health, household assets, expenditure, entrepreneurship, agricultural activities, migration and remittances.

Information is available for a total of 13,581 rural and urban Ecuadorian households. The survey considers 5508 rural households for which an agricultural section is available. Such a section gathers information about landholding, plant, forestry and animal production, agricultural inputs, equipment, agricultural investment and credit, which makes this database useful for estimating the effects of remittances on agricultural production.

Road infrastructure is an important determinant of transaction costs of goods and services at rural level (Lanjouw, 1998). To proxy road infrastructure, this study relies on data provided by the National Agricultural Census 2000, also carried out by INEC. It is expected that the median of the distance to reach the closest road as well as the median of the time needed to reach the closest market both at provincial level are good proxies for road infrastructure. Table 1 displays the variables to be used in the analysis and their description together with the descriptive statistics.

3. Methods

In order to estimate the impact of migration and remittances on the log of expenditure on fertilizers, one should first consider that this variable has a value of zero for a considerable number of observations (55.78% of the total sample) but is still continuous with strictly positive values. Modeling this kind of corner solution outcomes with OLS methods result inappropriate and rather the use of tobit models is recommended (Wooldridge, 2002a). Labeling the number of household members working in a business as *EI* and supposing

that there is an unobservable variable EI^* which is normally distributed and homoscedastic with 0 conditional mean:

$$EI^* = Mi\beta_1 + Ri\beta_2 + \mathbf{x}i\beta_3 + \varepsilon_i$$

where Mi is a dichotomous variable taking the value of 1 if the household has migrants abroad, Ri is the monthly amount of remittances, $\mathbf{x}i$ is a vector of explanatory variables that will be described later on and ε_i stands for the error term;

$$EI = 0 \text{ if } EI^* \leq 0 \text{ and } EI = EI^* \text{ if } EI^* > 0$$

For estimating the impact of migration and remittances on cattle acquisition, this study relied on a probit model of the following form:

$$\Pr(CAi = 1 | Mi, Ri, \mathbf{x}i) = (Mi \cdot \beta_1, Ri \cdot \beta_2, \mathbf{x}i \cdot \beta_3)$$

Where CAi is a binary variable that takes the value of 1 if the household has bought cattle during the year preceding the survey, Mi is the dummy for migration, Ri stands for the monthly amount of remittances, $\mathbf{x}i$ is the vector of control variables and stands for the cumulative density function.

4. Results and discussion

Fertilizer expenditure seems to be raised by international migration but is not affected by remittances (Table 1). Looking at these results, it is possible to conclude that households with migrants abroad buy fertilizers to cope with labor losses caused by migration. These results are not consistent with those reported by Gray (2008b) & Gray (2009) who found that input expenditures are positively influenced by remittances but not affected by out-migration. Similarly, Gray reports that input expenditure is positively affected by the number of young men in a household and the cropping area, and negatively influenced by the number of adult women and the mean household education, predictors that appear as not significant in this study.

The number of land parcels owned by a household seems to positively affect fertilizer expenditure reflecting that households with spatially distributed land invest more in fertilizers. Access to electricity is also positively correlated with spending on fertilizers suggesting that households with access to elec-

tricity are more aware of agriculture technologies to improve yields, or that poorer households cannot afford fertilization of their crops.

Households living closer to roads spend more on fertilizers because transaction and transportation costs for fertilizers grow with the distance to drivable roads and also because wealthier households, for which fertilizers are affordable, live next to drivable ways. This finding contradicts those of Gray (2009) who found that distance to road has no effect on fertilizer expenditure in southern Ecuador, but is consistent with Perz (2003) who reports that households living closer to towns in the Brazilian Amazon are more likely to fertilize their crops than those located further away.

The results of the probit model for cattle acquisition are shown in Table 1. Migrants' households appear to be 4% points more likely to have bought cattle during the year preceding the survey than their counterparts without migrants. Female headed households appear to be less likely to buy cattle than their male headed equivalents. The number of plots owned by a household is positively associated with cattle acquisition. Home ownership is another factor that marginally increases the likelihood of buying cattle. Households that have access to credit have a 7% higher probability of buying cattle than credit constrained households. In short, besides credit, migration is the factor most increasing the odds for a household to buy cattle.

The results of this study are consistent with the strand of literature stating that migration impels livestock production in Ecuador (Caguana, 2008a; Jokisch & Lair, 2002; Kyle, 2000; Martínez, 2006b; Pribilsky, 2007) and around the world (McCarthy et al., 2006; Miluka et al., 2007; Salas Alfaro & Pérez Morales, 2007; Wouterse & Taylor, 2008). The main argument to explain this trend is that migrants' households switch from crop to cattle production in an effort to cope with labor losses caused by out-migration. The argument of labor shortage is reinforced if one takes into account that the likelihood of cattle acquisition is negatively affected by the number of adult males in a household. However, the results also show that female headed households are less likely to acquire cattle than their male headed counterparts. This finding suggests that female headed households without male support are less likely to have sufficient money to buy cattle.

Table 1. Determinants of fertilizer expenditures and cattle acquisition.

	Fertilizer expenditure (tobit)	Cattle acquisition (probit)
<i>Migrant Household</i>	0.890***	0.038**
<i>Remittances</i>	0.0003	0.0000
<i>Age</i>	0.014	0.0014
<i>Age squared</i>	-0.0002	-0.0000
<i>Sex</i>	-0.522**	-0.029***
<i>Indigenous</i>	-0.075	-0.004
<i>Education</i>	0.031	0.0000
<i>Education squared</i>	-0.0005	-0.0000
<i>Children</i>	-0.052	-0.0005
<i>Young men</i>	-0.036	0.0001
<i>Young women</i>	-0.044	-0.002
<i>Adult men</i>	0.207	-0.015*
<i>Adult women</i>	-0.056	0.004
<i>HH education</i>	0.026	0.0006
<i>Owned land</i>	-0.0002	0.0003**
<i>Owned land squared</i>	0.0000	-0.0000
<i>Number of parcels</i>	0.694***	0.012***
<i>Owned home</i>	0.089	0.019*
<i>Electricity</i>	0.865***	0.016
<i>Piped water</i>	-0.052	-0.011
<i>Credit</i>	1.846***	0.070***
<i>Distance to the closest road</i>	-1.773***	-0.001
<i>Time to the closest market</i>	-0.011	-0.0004
<i>Number of observations</i>	4,720	4,720
<i>Log-likelihood</i>	-7,035.721	-
<i>Wald test</i>	-	227.14***

Note: *, ** and *** stand for statistical significance at 10, 5 and 1% respectively.

Remittances appear not to influence cattle acquisition. In this regard, it may be argued that non-migrants' households that receive remittances have not experienced labor losses and hence are still able to crop, or that the amounts they received are not sufficient to buy cattle. Another predictor significantly increasing the odds of acquiring cattle is credit. Financially constrained households are less likely to raise funds for buying cattle. Finally, cattle acquisition is also positively affected by available land and the number of parcels. However, the magnitude of the coefficients is small.

5. Conclusion

This study has analyzed the influence of international migration and remittances on fertilizer expenditures and cattle acquisition in rural Ecuador. It has demonstrated that that international

migration is associated with higher households' expenditure on fertilizers and with a higher likelihood for migrants' households to buy cattle. These results are consistent with other qualitative and quantitative studies, carried out in Ecuador and around the world, which concluded that this trend is imputable to households' strategies to cope with labor losses caused by international migration. On the contrary, remittances influence neither households' fertilizer expenditure nor the probability for a household to accumulate cattle. Overall, the results of this study show that the major constraint that migrants' households face after a migrant has left is the loss of labor. This problem spreads to the community level increasing general labor shortages. In this sense, policy interventions should be oriented to provide not only migrant households but the whole rural population with training, extension and credit for the use of labor-saving technologies.

References

- Adams, R. H. (1998). Remittances, Income Distribution, and Rural Asset Accumulation. *Economic Development and Cultural Change*, 41 (1), 155-173.
- Caguana, M. (2008a). Diáspora de kichwa kañaris: islotes de prosperidad en el mar de pobreza. In A. Torres and J. Carrasco *Al filo de la identidad: La migración indígena en América Latina*. Quito, Ecuador: FLACSO-UNICEF.
- Caguana, M. (2008b). *Impactos de la migración sobre el sistema andino tradicional, expresión de un capital social: El caso de las parroquias de Juncal*.
- Gray, C. L. (2008a). Environment, Land, and Rural Out-migration in the Southern Ecuadorian Andes. *World Development*, 37 (2), 457-468.
- Gray, C. L. (2009). Rural out-migration and smallholder agriculture in the southern Ecuadorian Andes. *Population Environment*, 30, 193-217.
- Inter-American Development Bank. (2003). *Remittance Recipients in Ecuador. A Market Research Study*. Quito, Ecuador: Inter-American Development Bank-Multilateral Investment Fund.
- Jokisch, B., & Lair, B. M. (2002). One Last Stand? Forests and Change on Ecuador's Eastern Cordillera. *Geographical Review*, 92 (2), 235-256.
- Kyle, D. (2000). *Transnational Peasants: Migration, Networks, and Ethnicity in Andean Ecuador*. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press.
- Lucas, R. E. B. (1987). Emigration to South Africa's Mines. *The American Economic Review*, 77 (3): 313-330.
- Lucas, R. E. B., & Stark, O. (1985). Motivations to Remit Evidence from Botswana. *The Journal of Political Economy*, 93 (5), 901-918.
- Martínez, L. (2000). La especificidad del empleo rural. In A. Torres ed. *Antología de estudios rurales*. Quito: FLACSO-ILDIS.
- Martínez, L. (2004). El campesino andino y la globalización a fines de siglo (una mirada sobre el caso ecuatoriano). *Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe*, 77, 25-39.
- Martínez, L. (2006). Migración Internacional y Mercado de Trabajo Rural en Ecuador. In G.

- Herrera, M. C. Carrillo and A. Torres. Eds. *La Migración Ecuatoriana: Transnacionalismos, Redes e Identidades*. Quito, Ecuador: FLACSO.
- McCarthy, N., Carletto, G. Davis, B. & Maltsoğlu, I. (2006). Assessing the Impact of Massive Out-Migration on Agriculture: ESA Working Paper No. 06-14.
- Miluka, J., Carletto, G. Davis, B. & Zezza, A. (2007). The Vanishing Farms? The Impact of International Migration on Albanian Family Farming. Washington D.C.: World Bank Policy Research Working Paper 4367.
- Perz, S.G. (2003) Social Determinants and Land Use Correlates of Agricultural Technology Adoption in a Forest Frontier: A Case Study in the Brazilian Amazon. *Human Ecology*, 31 (1): 133-165.
- Pfeiffer, L., & Taylor, J. E. (2007). Gender and the Impacts of International Migration: Evidence from Rural Mexico. in. Morrion, M. Schiff and M. Sjoblom Eds. *Women in International Migration*. Washington D.C.: World Bank.
- Pribilsky, J. (2007). *La Chulla Vida: Gender, Migration, and the Family in Andean Ecuador and New York City*. Syracuse University Press: Syracuse.
- Quinn, M.A. (2009). Estimating the Impact of Migration and Remittances on Agricultural Technology. *The Journal of Developing Areas*, 43 (1): 199-216.
- Salas Alfaro, R., & Pérez Morales, M. (2007). Migración internacional, remesas y actividades agrícolas en una comunidad zapoteca oaxaqueña. *CIMEXUS*, 2 (2).
- Taylor, J.E., Arango, J. Hugo, G. Kouaouci, A. Massey, D. S. & Pellegrino, A. (1996). International Migration and Community Development. *Population Index*, 62 (3): 397-418.
- Taylor, J.E., & Martin, P. L. (2001). Human Capital: Migration and Rural Population Change. *In Handbook of Agricultural Economics* Eds. New York: Elsevier Science.
- Wooldridge, J. M. (2002a), *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wouterse, F., & Taylor, J.E. (2008). Migration and Income Diversification Evidence from Burkina Faso. *World Development*, 36, 625-64.

La producción de banano bajo el sistema de comercio justo: un análisis del caso ecuatoriano

Banana production under the fair-trade system: an analysis of the Ecuadorian case

Juan Borja¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Ingeniería Agronómica. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

Este trabajo analiza el comercio justo de banano en Ecuador. Esta modalidad de comercialización ha permitido a los productores campesinos organizados obtener mejores ingresos económicos que los campesinos que comercializan la fruta a través del sistema tradicional. El comercio justo está también asociado con la disminución en la aplicación de insumos y el uso de tecnologías que causan menor impacto al ambiente. Las potencialidades y limitaciones de la comercialización alternativa se discuten a través del texto.

Palabras clave: comercio justo, intercambio desigual, comercio internacional, banano, Ecuador.

Abstract

This work analyzes banana fair-trade in Ecuador. By means of this system, organized small-scale farmers were able to improve their earning compared to those involved in traditional trade. Additionally, fair-trade is also associated with a reduction in the application of inputs and the use of cleaner technologies which have a lower environmental impact. The potential and limitations of the fair-trade system is also discussed throughout the text.

Keywords: fair-trade, unbalanced exchange, international trade, banana, Ecuador.

1. Introducción

La nueva crisis económica que se inicia en este período en el país por la baja en los precios del petróleo hace que las teorías relacionadas con la dependencia, el intercambio desigual y el deterioro en los términos de intercambio recobren vigencia para explicar las causas de estos problemas.

Desde la óptica del pensamiento crítico, es innegable que el comercio internacional está caracterizado por una relación inequitativa entre los países industrializados y los países productores de materias primas y alimentos, y que el problema del intercambio comercial no puede ser abordado solo desde la simple arista técnica.

En el contexto de las situaciones provocadas por las condiciones de desarrollo desigual prevalentes en el mundo, surgen inquietudes como las siguientes: ¿puede existir comercio justo en las condiciones descritas?, ¿la poca experiencia acumulada con el comercio justo en algunos productos puede ser suficiente para revertir el histórico desbalance de intercambio que han sufrido los bienes primarios en relación a los bienes industrializados?, ¿garantizan el comercio justo los tratados de libre comercio, sean estos a nivel de la Organización Mundial del Comercio o de país a país, cuando existen diferencias abismales en el desarrollo económico entre los mismos?

Estas son las preguntas de investigación que se abordan en el presente trabajo, el cual toma como

estudio de caso la comercialización del banano, producto que históricamente ha tenido un gran peso en la economía del país y que ante la actual crisis del petróleo se convierte en una fuente alternativa de divisas para sostener la dolarización.

2. Descripción del problema

Los productores de banano desempeñan doble papel en sus actividades, por un lado son vendedores del agro-producto y, por otro, son compradores de bienes productivos e insumos provenientes de los países industrializados. Esta situación genera un proceso de deterioro de los “términos de intercambio”, dado que los precios de los productos manufacturados tienden a crecer más rápidamente que los de los productos primarios (Cyper & Dietz, 2004; Prebisch, 1996).

La producción bananera está en manos de la economía familiar campesina (EFC) que participa con el 85 % de la producción nacional, sin embargo, debido a la estructura agraria de este sector, se produce la transferencia del valor generado por la EFC a empresas exportadoras de la fruta que obtienen un mayor beneficio, éstas a su vez ceden una parte del beneficio extra a las comercializadoras de banano de los países importadores. Por otro lado, los precios de los bienes e insumos necesarios para la producción, especialmente pesticidas, maquinaria, avionetas y equipos de aspersión, presentan mayores incrementos en relación a los precios de la fruta lo que aumenta los costos de producción y disminuye los ingresos netos de la EFC.

El intercambio desigual es el resultado de las diferencias en el mercado de trabajo entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo (Amin, 1975). Este autor señala que estas diferencias hacen que los incrementos de productividad se expresen en mayores remuneraciones para los factores productivos nacionales de los países desarrollados, mientras que en los países menos desarrollados, estos incrementos de productividad se transfieren al resto del mundo en forma de precios menores. Este sistema de intercambio inequitativo afecta a la dolarización en el Ecuador, puesto que produce un desbalance entre las importaciones y exportaciones y un déficit en la balanza comercial.

Organizaciones privadas ligadas a los países desarrollados, especialmente organizaciones no gubernamentales, toman conciencia de la desigualdad de las relaciones del comercio mundial y desarrollan la modalidad comercial de “buena voluntad” también cono-

cida como “comercio justo”, la cual busca reconocer mejores precios, en relación al mercado común, a los agricultores de los países de la periferia que producen alimentos con técnicas más amigables con el ambiente y con respeto a las relaciones sociales y laborales.

El comercio justo puede beneficiar económicamente al agricultor dado que respeta los precios pagados al productor independientemente sin importar las variaciones de la oferta y la demanda del mercado. “El precio pagado a los productores de las organizaciones campesinas vinculadas al comercio justo siempre es, como mínimo, 20% superior al precio pagado por los intermediarios del mercado convencional” (Doppler & González, 2007).

El comercio justo, entonces, se convierte en una alternativa que si bien no rompe con las causas estructurales de los problemas de comercialización, permite que los productores que comercializan sus materias primas a través de este canal alternativo reciban un mejor precio y con ello un reconocimiento a las formas de producción social en el campo, las cuales están estrechamente ligadas a la AFC.

En los últimos cinco años, Ecuador comercializó 559 millones de dólares bajo la normativa de comercio justo, beneficiando a pequeños productores, cooperativas, artesanos y pequeñas y medianas empresas del país. Las exportaciones en la modalidad de comercio justo se incrementaron de US \$ 62,1 millones en 2007 a US \$ 168,6 millones en 2011, lo que significa un incremento de 171,4% (ANDES, 2012). De acuerdo a la misma fuente, los principales productos que se comercializaron bajo esta modalidad fueron cacao con el 57% de las exportaciones totales de este producto, banano con el 5,93% y café en grano con el 3,73%.

3. El sector bananero ecuatoriano

Durante la primera etapa del país como república se consolidan las bases para la modalidad de acumulación primaria bienes que se basa en la exportación de materias primas y en la importación de los insumos y maquinaria para producirlos, así como de bienes suntuarios para el disfrute de la clase dominante. El mismo autor manifiesta que la producción de banano se consolida en la década de los años cincuenta, pasando a ser el primer producto de exportación del país en sustitución del cacao y el arroz. A diferencia del cacao, el banano amplió las fronteras agrícolas con el ingreso a la producción de fincas pequeñas y medianas.

En el año 2012, el sector bananero ecuatoriano exportó 284,6 millones de cajas, con ingresos por US \$ 2.235 millones y generó más de US \$90 millones en impuestos fiscales, constituyéndose en uno de los principales contribuyentes al erario nacional. Estas cifras representan el 32% del comercio mundial de banano (US \$ 7 mil millones), el 3,84% del PIB corriente total, el 50 % del PIB corriente agrícola y el 20% de las exportaciones privadas del país (Banco Central del Ecuador, 2012).

Según la Asociación Ecuatoriana de Exportadores de Banano (AEBE, 2015), en el país existen 6.950 Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs) dedicadas a la producción de banano, de éstas, 3.705 tienen superficies comprendidas entre 1 y 10 ha, 2.265 abarcan superficies entre 11 y 50 hectáreas y 980 productores cuentan con superficies mayores a 50 hectáreas. Es decir, los pequeños y medianos productores representan el 85% del total de productores, pero en contraste controlan solamente el 38% de la superficie cultivada del banano en el país.

El mercado del banano en el Ecuador se caracteriza por el oligopsonio de 13 empresas exportadoras que concentran los mayores volúmenes de ventas, las cinco empresas más importantes son UBESA, PACIFIC CROWN FRUIT, Bananera Continental, Fruitstylelife y Reybanpac, que en conjunto suman el 40% de las exportaciones. Ante este panorama, han surgido mecanismos de comercio alternativos que buscan garantizar el equilibrio entre conciencia ambiental, justicia social y rédito económico. Uno de los mecanismos de comercio más paradigmático es el comercio justo (SIPAE, 2010).

4. Descripción de la cadena de comercialización del banano en un esquema de comercio justo

4.1. Costos de producción

Los costos de producción de banano bajo el esquema de comercio justo ascienden a US \$ 6,25 por caja de 18,5 kg de fruta y el productor recibe US \$ 7 por caja, quedándole un beneficio de US \$ 0,75. En el esquema de comercio convencional los costos de producción son de US \$ 4,80 por caja y el precio pagado al productor es de US \$ 5,50, quedando una ganancia para el productor de US \$ 0,70 (Velasteguí, 2014).

Cabe mencionar que los productores que comercializan en el sistema alternativo también reci-

ben ingresos adicionales al final del año de parte de las comercializadoras con el objetivo de que estos recursos fortalezcan las organizaciones y se inviertan en proyectos sociales, ambientales y de salud. Estos beneficios no existen en el sistema tradicional de comercio. En este sentido, UROCAL (Unión Regional de Organizaciones Campesinas del Litoral) recibió en el 2013 US \$ 200.940 de la Organización Nuevo Mundo por este concepto (Velasteguí, 2014).

4.2. Insumos

Las prácticas agrícolas de los productores ligados al comercio justo son amigables con el ambiente y la salud humana. Se basan en un menor uso de insumos químicos lo que reduce los costos de producción. La producción media para el agricultor de comercio justo es de 1.400 cajas/ha/año, frente a las 1.800 cajas/ha/año del productor convencional. La diferencia de productividad está relacionada con el hecho de que la agricultura convencional se basa en la utilización intensiva de insumos químicos que generan problemas ambientales y de salud (Velasteguí, 2014).

En el caso de los agricultores inmersos en el comercio convencional, la compra de insumos representa el 25% de los costos totales de producción, mientras que para los productores de comercio justo solamente es de 19%. Según el Banco Mundial (2013), el precio de la tonelada métrica de úrea, principal fertilizante utilizado en el cultivo de banano, se incrementó de US \$ 250 a US \$ 340 (36%) en el período 2008 a 2013, mientras que la tonelada métrica de banano pasó de US \$ 860 a US \$ 881 (2,44%) en el mismo período.

Tomando solamente en cuenta el incremento de precio de la úrea, insumo básico para la producción de banano, en relación al precio del banano, parecería que la teoría del deterioro de los términos de intercambio se confirma, sin embargo, para confirmar la regla se hace necesario un estudio detallado del comportamiento de los otros insumos importados necesarios para la producción de la fruta. Es importante mencionar que las dos más grandes empresas productoras de úrea del mundo son las transnacionales AGRIUM INC., con sede en Canadá, y REPSOL de capital español.

4.3 Mano de obra

Las pequeñas UPAs que tienen hasta 5 hectáreas de superficie y que están ligadas al comercio justo generan entre 1,1 y 1,2 puestos de trabajo/ha, mientras que la gran empresa ligada al comercio tradicional, que

produce en superficies mayores a 200 ha, solamente emplea entre 0,55 y 0,6 trabajadores/ha (Cepeda, 2009).

En el caso de los agricultores ligados al comercio justo, la mano de obra representa el 19% del costo total de producción que asciende a US \$ 8.760, mientras que en los agricultores del sistema convencional la mano de obra representa el 54% de los US \$ 8.640 de costo total de producción (Velasteguí, 2014).

4.4. Comercialización

El proceso de comercialización de los agricultores que participan en el programa de comercio justo de banano se inicia con el acopio de la fruta en los locales de las asociaciones de productores donde se empaca y coloca en contenedores que serán llevados al puerto marítimo. Luego, las organizaciones ligadas al proceso se encargan del transporte marítimo, la maduración y la entrega en las tiendas de comercio justo en país de destino. Finalmente, las tiendas de comercio justo venden el producto al consumidor, último eslabón de la cadena.

La cadena es más larga en el caso del comercio convencional, puesto que existen intermediarios que se encargan de la exportación de la fruta. El número de exportadores es reducido, lo que les otorga discrecionalidad para pagar precios más bajos que los oficiales a los productores.

Referencias

- AEBE. (2015). *Estadísticas de la producción de banano*. Guayaquil, Ecuador: AEBE.
- Amin, S. (1975). *La acumulación a escala mundial*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI.
- ANDES. (2012). *Ecuador prepara un encuentro internacional de comercio justo el 17 de octubre del 2012 en Cuenca*. Obtenido de: <http://www.andes.info.ec/es/econom%C3%ADa/7505.html>
- Banco Central del Ecuador. (2012). *Indicadores económicos*. Quito, Ecuador: BCE.
- Cepeda, D. (2009). *Agroeconomía y rendimiento de sistemas de producción de banano en Ecuador*. (Tesis doctoral). Agro Paris Tech, Paris.
- Cypher, J., & Dietz, J. (2004). *The process of economic development*. Londres, Inglaterra: Routledge.
- Comentarios finales y recomendaciones para políticas públicas.
- Este artículo ha analizado las potencialidades y limitaciones del comercio justo de banano tomando como ejemplo el estudio de caso de los pequeños productores ecuatorianos. En base a las normas legales y a la realidad descrita en este artículo se plantean las siguientes recomendaciones:
- Si bien es necesario fomentar la organización de los pequeños y medianos campesinos como estrategia para promover su inserción en el esquema de comercio, esta inserción puede catalizarse mediante el fortalecimiento de la Coordinadora Ecuatoriana de Comercio Justo.
- En el contexto del cambio de la matriz productiva y del fortalecimiento del comercio justo, sería pertinente la creación de empresas estatales orientadas a la producción de insumos genéricos a fin de disminuir las importaciones que, como se ha demostrado en este estudio, representan una importante fracción de los costos totales de producción. En este mismo sentido, la firma de convenios con universidades para el desarrollo de tecnologías de producción limpia, adaptadas a la realidad local, sería de gran ayuda para incrementar la productividad y reducir el nivel de dependencia de los productores de insumos comerciales convencionales.
- Doppler, F., & González, A. (2007). El comercio justo: entre la institucionalización y la confianza. *Problemas de Desarrollo*, 38 (149), 181-202.
- Prebisch, R. (1996). *El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas*. Santiago, Chile: CEPAL.
- SIPAE. (2010). *Agroindustria y soberanía alimentaria. Hacia una ley de agroindustria y empleo agrícola*. Quito, Ecuador: SIPAE.
- Velasteguí, A. (2014). *Análisis comparativo de los beneficios monetarios y no monetarios de productores bananeros vinculados o no al comercio justo*. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

Evaluación de tres abonos orgánicos en el cultivo de café (Coffea arabica L.) en etapa de vivero

Assessment of three organic fertilizers on coffee (Coffea arabica L.) in nursery stage

Carlos Ernesto Aguilar Jiménez¹, Itzayara Alvarado Cruz¹, Franklin B. Martínez Aguilar¹, José Galdámez Galdámez¹,
Antonio Gutiérrez Martínez¹, Juan Alonso Morales Cabrera¹

¹Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V. Carretera Tuxtla-Villaflores km. 85.
Villaflores, Chiapas, México. C.P. 30470.

Resumen

La investigación se realizó en Villaflores, Chiapas, México, localizado entre los paralelos 16° 15' 14'' de latitud Norte y en el meridiano 93° 15' 22'' de longitud Oeste, con una altitud de 557 msnm y clima cálido subhúmedo. El objetivo fue evaluar la respuesta de las plantas de café en etapa de vivero, manejadas bajo el enfoque ecológico, a la utilización de tres abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono) empleados bajo diferentes proporciones (25%, 50%, 75% y 100%). El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con el arreglo de tratamientos bifactorial con 13 tratamientos y tres repeticiones, haciendo un total de 39 unidades experimentales, cada unidad experimental constó de 30 plántulas establecidas en bolsa de vivero de 13*20 cm. Los resultados indican que los abonos orgánicos composta y bocashi mostraron los mejores beneficios en la producción de plantas de café en la etapa de vivero, sobresaliendo las proporciones de 25% y 50%. Para el número de hojas la proporción que acumuló la mayor cantidad fue 50% de composta; para esta misma proporción se cuantificó el mayor peso seco y verde de raíz, tallo y hojas, por lo que se considera como uno de los tratamientos más pertinentes para la producción de plántulas de café en la etapa de vivero.

Palabras clave: café, abono, orgánico, plántula, vivero.

Abstract

The research was carried out in Villaflores, Chiapas, Mexico, which is located between parallels 16° 15' 14' 'North latitude and the meridian 93° 15' 22' ' of West longitude, with an altitude of 557 meters above sea level and has a warm humid climate. The objective of this research was to assess the response of coffee plants in nursery stage, managed under an organic approach, by using three organic fertilizers (compost, bocashi and vermicomposting) employed at different proportions (25%, 50%, 75% and 100%). The experimental design was a completely randomized with an array of bifactorial treatments with 13 treatments and three repetitions, making a total of 39 experimental units, each of which was of 30 seedlings settled up in nursery bags of 13*20 cm. The results display that compost and bocashi showed the best benefits in the production of coffee plants in the nursery stage, under proportions of 25% and 50%. For the number of coffee leaves the proportion that accumulated the most was 50% of compost; this same proportion obtained the highest dry weight and green weight on root, stem and leaves, so it is considered as one of the most appropriate treatments for the production of coffee seedlings at the nursery stage.

Keywords: coffee, manure, organic, seedling nursery.

1. Introducción

La agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, incluyendo la biodiversidad agrícola, los ciclos biológicos y la conservación sistemática de los recursos naturales; hace hincapié en el uso de prácticas de gestión agroecológica, con preferencia en la utilización de insumos agrícolas locales. Esto se consigue aplicando, siempre que sea posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema productivo (FAO, 2002). El objetivo de la agricultura orgánica no es solo lograr que no se empleen sustancias auxiliares de producción tales como agroquímicos, o que dichos productos sean sustituidos por otros que estén admitidos en la agricultura ecológica. La agricultura orgánica se desarrolló en base a diversas ideologías, modos de pensar y motivaciones de política agraria. Estas corrientes tienen una meta en común, lograr un método de producción agrícola que pueda producir alimentos sanos cuidando al máximo posible los ecosistemas naturales (TGZ, 2004).

El enfoque de la producción ecológica se sustenta en la utilización de las prácticas agroecológicas, su utilización combinada constituye la mejor estrategia para fundamentar los procesos productivos en las regiones tropicales (Aguilar, 2014). Las técnicas básicas usadas en la agricultura orgánica son de vital importancia, entre ellas destaca el uso de los abonos orgánicos para mejorar la fertilidad de los suelos agrícolas, cuyos beneficios generan un crecimiento vigoroso de raíces, follajes, floración y fructificación lo que permite a las plantas ganar mayor resistencia contra plagas y enfermedades, además de ayudarles a una rápida recuperación después de la cosecha, esto es en el caso de plantas perennes, como frutales, y algunas especies de hortalizas, medicinales y florícolas; además los abonos orgánicos presentan un pH entre los valores de 5 a 7, el cual se puede manejar fácilmente (Garibay, 2003).

Los abonos orgánicos son un conjunto de materiales biodegradables ricos en bacterias nitrificantes y microorganismos activos que permiten una mayor disponibilidad de micro y macro nutrientes como: N, P, K, Ca, Mg, Mn, en forma proteínica (electrolitos) lo que evita su lixiviación y garantiza la fertilidad permanente del suelo para los cultivos

(Fernández, 2009). La aplicación de materia orgánica a los suelos agrícolas aumenta la actividad de las fosfatasa al estimular la biomasa microbiana y la secreción de las raíces. La fosfatasa ácida es influenciada por la fisiología de la planta y el suministro de P inorgánico, su actividad disminuye con la edad y aumenta cuando hay deficiencia de P (Cruz-Flores *et al.*, 2005). El reciclaje de los desechos sólidos biodegradables en la producción de abonos orgánicos usados en la agricultura tropical, es una alternativa viable (Salas y Ramírez, 2001). Esta posibilidad se incrementa potencialmente en las regiones tropicales, en donde las dinámicas naturales y socioeconómicas posibilitan la disponibilidad de abundantes residuos que pueden ser transformados en abonos orgánicos, a través de técnicas de fermentación aeróbica, como son el compostaje, el bocashi y el lombricompostaje.

El compostaje es un proceso aeróbico de transformación de residuos orgánicos, animales y vegetales, que ocurren constantemente en la naturaleza bajo la acción de lombrices, bacterias y hongos descomponedores de la materia orgánica (Fortis-Hernández *et al.*, 2009). El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo (Cerrato *et al.*, 2007). El vermiabono es el abono elaborado mediante la descomposición de la materia orgánica realizada por la lombriz coqueta roja (*Eisenia fetida* S.), una especie que presenta una mayor reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio. Cada lombriz adulta, se come en promedio un gramo de materia orgánica por día y devuelve algo más de la mitad de ese gramo convertido en abono (Capistrán *et al.*, 2004). Como alimento se pueden usar todos los residuos orgánicos provenientes de cosechas, estiércol de animales, pero lo mejor es alimentarlas con materiales previamente composteados (Castro, 2001). El bocashi es un abono orgánico producto de un proceso controlado de fermentación aeróbica de residuos orgánicos, a través de microorganismos quimioorganotróficos presentes en los residuos, el cual ejerce una acción positiva sobre el mejoramiento de la fertilidad del suelo, ya sea física, química o biológica (ICA, 2003).

El cultivo de café representa un sistema de producción fundamental en la economía de miles de familias agricultoras mexicanas. En la actualidad, Mé-

xico ocupa el 9° lugar en la producción mundial de café con casi 3.6 millones de sacos, de los cuales el 62% se exporta, es decir, casi 2 de 3 granos de café. La superficie total de producción es de 697 mil 366 hectáreas pertenecientes a 511.669 productores. Del total de la superficie de café, el 97% corresponde a las variedades arábicas y un 3% a las robustas, estas últimas destinadas a la industria de los solubles. En la última década, los niveles de producción se han mantenido en un promedio de 3.6 a 4 millones de sacos (SAGARPA, 2015).

México ocupa el segundo lugar mundial de producción de café orgánico, destacando como principales estados productores: Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Puebla, con una producción de 350 mil sacos de 60 kilos de café verde. SAGARPA (2015) indica que el valor de las exportaciones es de un promedio de 900 millones de dólares. México ha sido pionero en la exportación de café orgánico y es el líder mundial en comercio justo (Giovannucci y Juárez, 2006).

El estado de Chiapas, localizado al sur de México, es el principal productor de café orgánico a nivel nacional, acumulando aproximadamente 150.000 hectáreas manejadas por 175.000 productores (CONCAFE, 2007). A pesar de esta importancia socioeconómica no existen trabajos locales con rigor científico en donde se hayan evaluado localmente los diferentes tipos de abonos orgánicos y su proporción adecuada para producir las mejores plántulas en etapa de vivero. El objetivo de la presente investigación es evaluar la respuesta de las plántulas de café en etapa de vivero a tres abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono) usados bajo diferentes proporciones (25%, 50%, 75% y 100%); teniendo como hipótesis que con las proporciones de 50% de los abonos orgánicos más 50% de suelo, se obtendrán mejores plantas de cafeto en la etapa de vivero.

2. Materiales y métodos

El experimento se estableció en el Centro Universitario de Transferencia de Tecnología San Ramón, propiedad de la Facultad de Ciencias Agronómicas Campus V de la Universidad Autónoma de Chiapas, que se localiza en el municipio de Villaflores, entre los paralelos 16° 15' 14" de latitud Norte y en el meridiano 93° 15' 22" de longitud Oeste, con una altitud de 557 msnm y clima cálido subhúmedo con lluvias en verano que acumulan

1.200 mm en promedio (AW1" (w) (i)g (Figura 1) (García, 1987). El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar, con arreglo de tratamientos bifactorial utilizando tres tipos de abonos orgánicos (composta, bocashi y vermiabono), cada abono orgánico empleado en cuatro proporciones, 100%, 75%, 50% y 25 %, los cuales se completaron con el sustrato que típicamente utilizan los viveros de la Depresión Central de Chiapas, consistente en mezclar arena más suelo de vega (aluvial), adicionalmente se incluyó un tratamiento con el sustrato testigo. En total hubo 13 tratamientos experimentales, con tres repeticiones, cada repetición estuvo formada por 10 plántulas de cafeto. En total se tuvo 390 plántulas de cafeto para todo el experimento distribuidas en 39 unidades experimentales.

El trabajo de campo consistió, primeramente, en la preparación de los abonos orgánicos y el sustrato testigo, para este último se utilizó arena de río y suelo de vega (aluvión) a una proporción del 50% para ambos. La elaboración de la composta se realizó mezclando materiales locales consistentes en estiércol bovino, paja seca molida, hojarasca en descomposición (microorganismos de montaña), ceniza de fogón y agua. El proceso tuvo una duración de 60 días aproximadamente, cuyo manejo consistió en aplicar riegos y movimiento periódicos. Para la elaboración del bocashi se utilizaron como materiales: estiércol seco de ganado bovino, paja seca molida, suelo de vega (aluvión), maíz molido, melaza, levadura, carbón molido y agua; se mezclaron homogéneamente todos los materiales agregando abundante agua solo durante su elaboración, y el manejo consistió en moverlo dos veces de manera diaria, durante los 15 días de su fermentación. El vermiabono fue producto de la descomposición final de estiércol de ganado bovino precompostado, realizado por la lombriz coqueta roja (*Eisenia fetida* S.).

Una vez elaborados los sustratos orgánicos, se procedió a completar las proporciones señaladas, además del tratamiento testigo. Se llenaron las bolsas de polietileno de cada unidad experimental, cuyas dimensiones fueron 13*20 cm. Una vez llenas las bolsas con el sustrato correspondiente para cada tratamiento, se trasplantaron las plántulas de cafeto de la variedad Oro Azteca, las cuales estuvieron en etapa de soldadito (cuando las hojas cotiledóneas están desarrolladas). Al último se realizó un riego homogéneo y se acomodó de acuerdo el diseño experimental. El manejo consistió en regar de manera uniforme y sistemática a las plántulas, de acuerdo

con los requerimientos del cultivo. El experimento duró en total 180 días aproximadamente.

Las variables evaluadas fueron altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas y peso verde y seco de hojas, tallos y raíz. Se realizó un análisis estadístico con las variables colectadas en la fase de campo, consistente en análisis de varianza y la prueba de rango múltiple medias de Tukey (0,05). El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS.

3. Resultados y discusión

Para la variable altura de planta se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, la prueba de medias señaló que el tratamiento de 25% composta fue estadísticamente superior; mientras que el tratamiento 100% vermiabono fue inferior (Figura 1). Estos resultados nos señalan que las diferentes concentraciones de composta no afectan las primeras etapas de crecimiento del café en etapa de vivero, mientras que el abono orgánico tipo vermiabono en proporciones altas puede limitar la altura, lo cual se debe a que este último constituye un material con un proceso bioquímico avanzado, por efecto del tracto digestivo de las lombrices, y que impactan en el crecimiento de las plantas. En este sentido el ICA (2003) menciona que cuando las condiciones ambientales son

favorables para el crecimiento rápido de la planta, los sustratos favorecen una disponibilidad de nutrientes en la materia orgánica incorporada. El tratamiento de 75 % de bocashi todas las plántulas perecieron para la quinta lectura (debido a un problema no determinado, pudiendo ser de origen químico o biológico).

La variable diámetro de tallo indicó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, el tratamiento de 50 % de bocashi, fue estadísticamente superior mientras que el tratamiento 100 % de vermiabono cuantificó el menor grosor (Figura 2). Estos resultados se relacionan con los beneficios que ofrece el abono orgánico tipo bocashi como mejorador de la fertilidad física, química y biológica del sustrato, mismo que al combinarse en las proporciones experimentadas con el sustrato convencional, aportó cantidades adecuadas de nutrientes que favorecen al desarrollo de las plántulas de café en sus primeras etapas de vivero en bolsas de polietileno, en especial en el espesor de los tallos, lo cual constituye una característica deseable de los especímenes que se sembrarán en los campos de cultivo. La cantidad adecuada de abono orgánico tipo bocashi usado como sustrato en vivero para un cultivo en específico, está determinado por contenido nutricional del mismo y por las demandas de la especie cultivada, que variará de acuerdo a la etapa fenológica (Castro *et al.*, 2009).

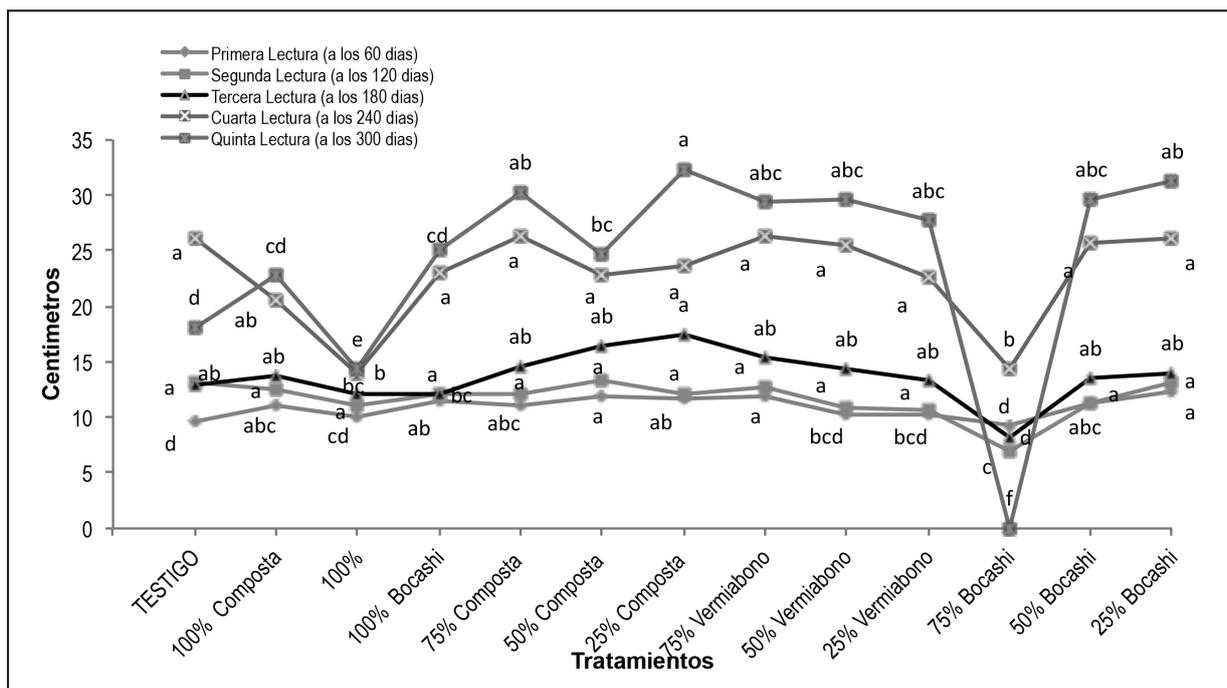


Figura 1. Altura de plántulas de cafetos.

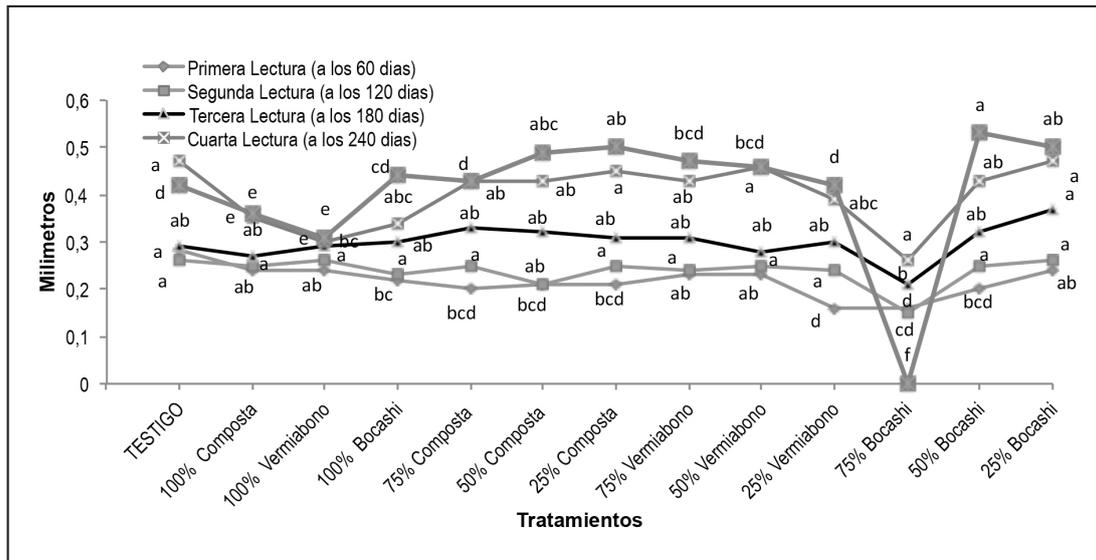


Figura 2. Diámetro de tallo de plántulas del café.

Para número de hojas se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados para las últimas etapas de desarrollo de las plántulas (cuarta y quinta lectura), la proporción con 50 % de composta fue estadísticamente superior, mientras que el menor follaje se determinó con el 100 % de vermiabono (Figura 3). Estos resultados señalan la efectividad de combinar en una misma proporción la composta con el sustrato convencional, ya que este abono favorece de manera rápida el mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del sustrato, es específico el nitrógeno que promueve un adecuado desarrollo foliar de las plantas de café, así mismo aumentan los

microorganismos benéficos, los cuales protegen a las hojas y por ello existe mayor cantidad de biomasa; se puede afirmar que los abonos orgánicos aumentan la producción de hojas por los siguientes factores: mejoran la estructura del suelo, previenen el estrés hídrico al conservar la humedad, almacenan y liberan lentamente nutrientes en forma disponible para las plantas y activan la microflora benéfica (Eghball et al., 2004). El abono orgánico tipo compost favorece la presencia de microorganismos benéficos, los cuales a su vez protegen la hoja de microorganismos patógenos como las cenicillas, royas y bacterias (Mardhu, 2008).

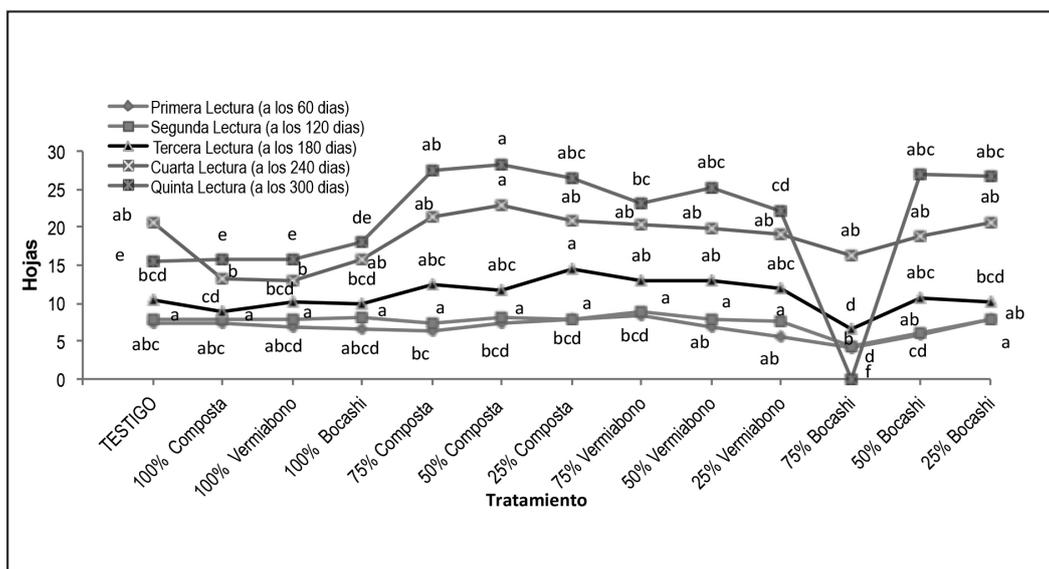


Figura 3. Número de hojas de plántulas del café.

Para la variable peso verde de raíz se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, los tratamientos 50 % y 25 % de composta fueron estadísticamente superiores mientras que el mejor peso se determinó con el sustrato de 100 % de vermiabono (Figura 4). Lo anterior nos indica que al usar en una proporción excesiva al vermiabono, se promueven condiciones que limitan el desarrollo del sistema radicular del café, fundamentalmente por el exceso de materia orgánica, debido a que las defecaciones de la lombriz contienen abundantes nutrientes, especialmente nitrógeno, el cual puede llegar a afectar a las raíces disminuyendo su crecimiento y volumen (Almendros, 2000). La utilización balanceada de los abonos orgánicos constituye la estrategia agroeco-

lógica más pertinente en las regiones tropicales, requiriendo estudios específicos para determinar las mejores proporciones para cada cultivo, lo cual estará determinado por la calidad del abono orgánico y las demandas específicas de la especie cultivada. Estos resultados concuerdan con Cerrato *et al.* (2007) quienes indican que el aprovechamiento de los residuos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, que ayudan al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo. Para peso de seco de raíz se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, encontrándose la misma tendencia que en peso verde de raíz (Figura 5).

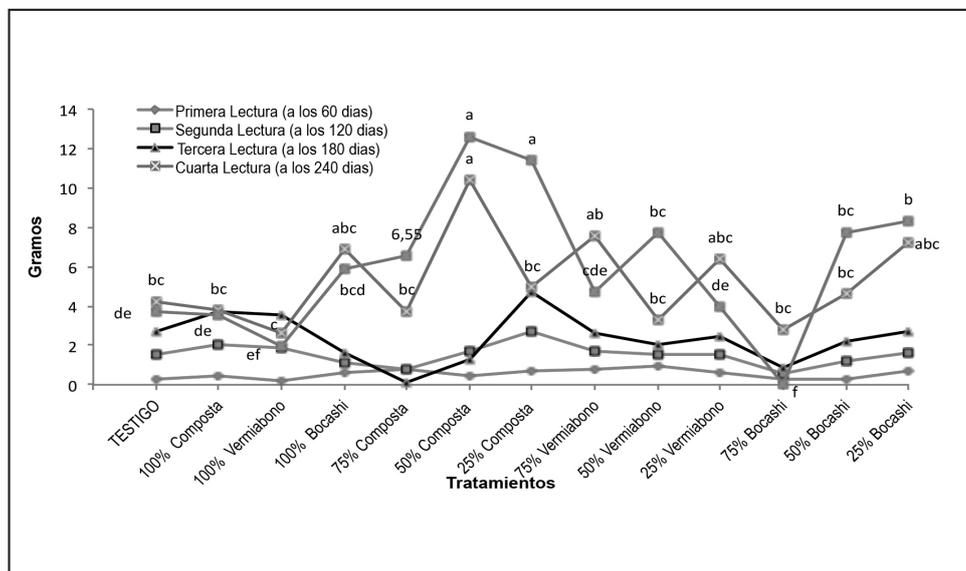


Figura 4. Peso seco de raíz de plántulas del café.

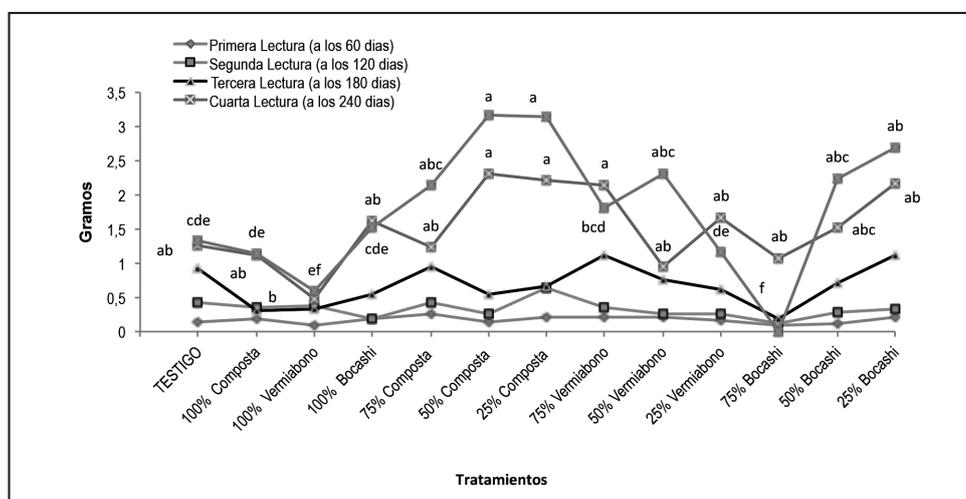


Figura 5. Peso verde de raíz de plántulas del café.

Para el variable peso de tallo verde se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados; los tratamientos 50 % y 25 % de composta fueron estadísticamente superiores mientras que el más bajo fue el 100 % de vermiabono (Figura 6). Esto nos demuestra que la una proporción balanceada de compost constituye la mejor estrategia de uso de esta tecnología agroecológica, cuando se producen plántulas de cafeto en vivero, debido a que esta mejora la activi-

dad biológica del suelo, especialmente con aquellos organismos que convierten la materia orgánica en humus y nutrientes disponibles para las plantas. Valcab (2012) indica que los abonos orgánicos contienen abundante materia orgánica, así como otros nutrientes, destacando nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro, necesarios para la vida de las plantas en sus primeras etapas de desarrollo. El peso seco del tallo cuantifico resultados similares (Figura 7).

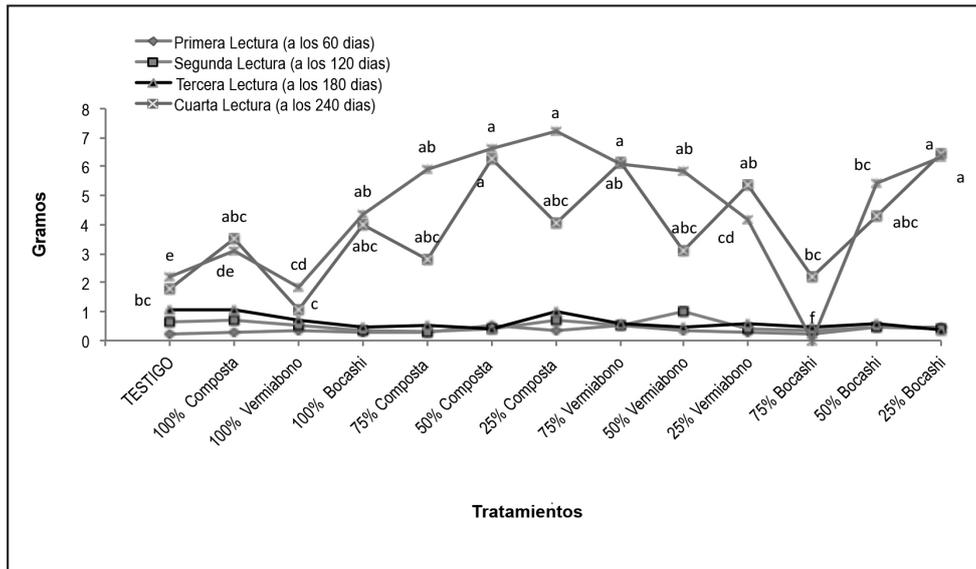


Figura 6. Peso verde de tallo de plántulas del cafeto.

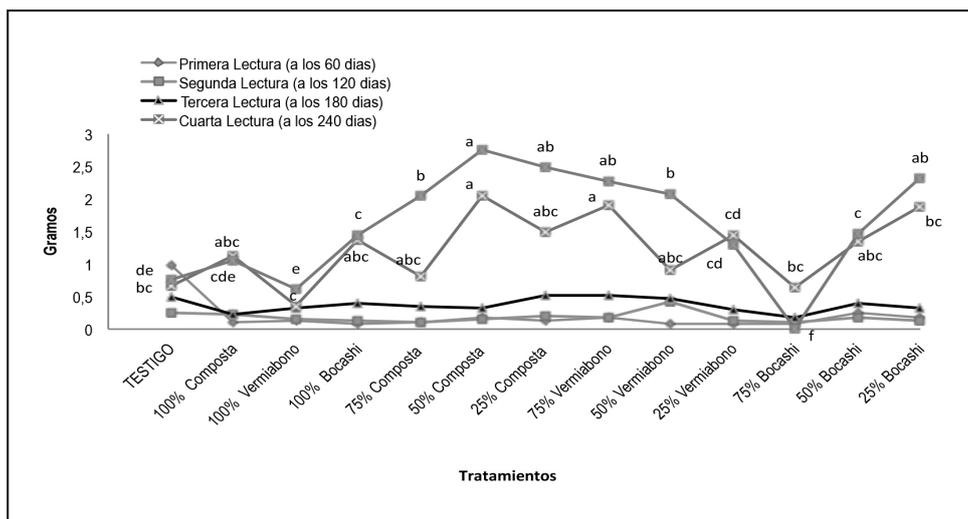


Figura 7. Peso seco de tallo de plántulas del cafeto.

Para las variables peso verde y seco de hojas se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados; la prueba de medias señaló que el tratamiento 50 % de composta, fue estadísticamente

superior, mientras que el menor peso se determinó con el 100 % de vermiabono (Figuras 8 y 9). Estos resultados son efecto de la gran cantidad de nutrientes que aporta la composta, especialmente el ni-

trógeno, lo cual ayuda a incrementar el crecimiento vegetativo, fomentando la actividad fotosintética del cultivo cuando acumula mayor producción de hojas. Sin embargo, el uso del humus de lombriz en una proporción alta, origina exceso de materia orgánica y nutrientes que perjudican de manera directa al cultivo del cafeto, específicamente al desarrollo de las hojas, las cuales llegan a perecer por efecto de alta acumulación. Esto concuerda con Álvarez *et al.*

(2010) quienes mencionan que el uso de los abonos orgánicos en cantidades excesivas, puede prolongar el período de crecimiento de los cultivos en etapa productiva, retrasando su madurez fisiológica, ya que es el nitrógeno el que proporciona vigor a las plantas y abundancia de hojas; mientras que en la etapa de vivero, el efecto es más dañino toda vez que puede limitar el crecimiento de las plántulas y en el peor de los casos las plantas pueden perecer.

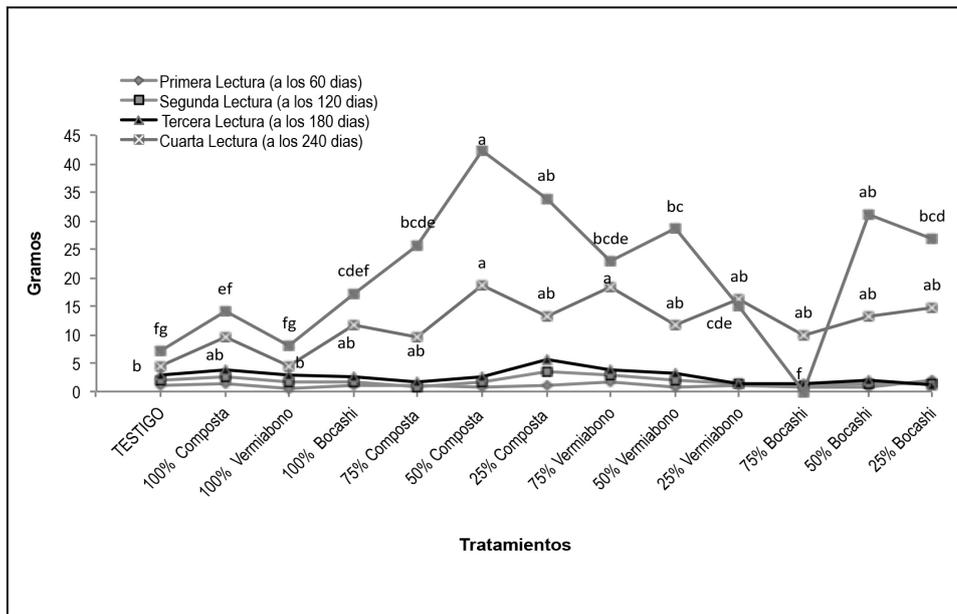


Figura 8. Peso verde de hojas de plántulas del cafeto.

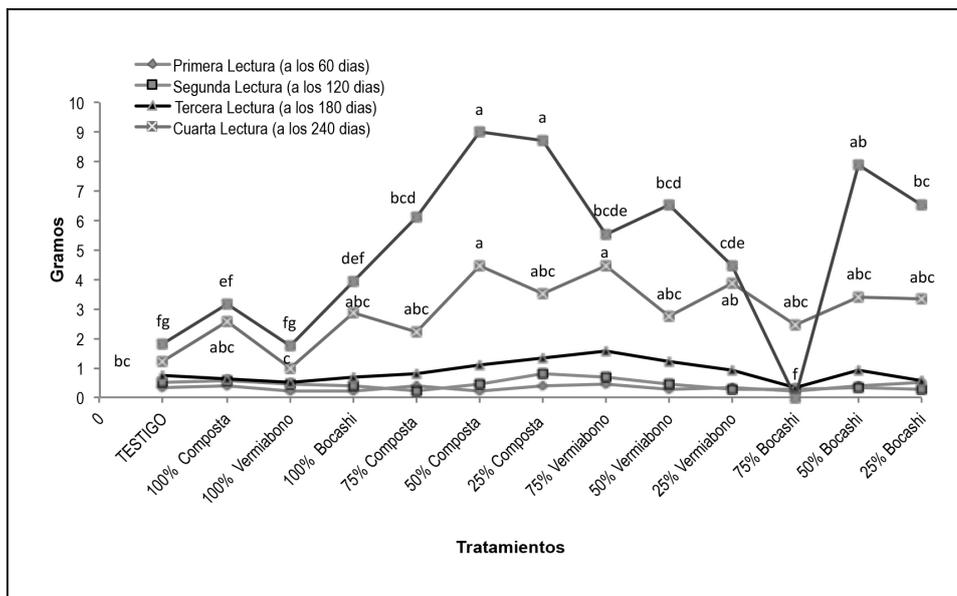


Figura 9. Peso seco de hojas de plántulas del cafeto.

4. Conclusiones

Los abonos orgánicos tipo composta y bocashi mostraron mejores beneficios en la producción de plantas de café en la etapa de vivero, sobresaliendo las proporciones de 25 % y 50 % del volumen del sustrato, por lo que no se rechaza la hipótesis de investigación. Para altura de planta el mejor tratamiento fue el de 25 % de composta y 75 % de suelo, el cual obtuvo 32,33 cm superando a las demás proporciones. Para diámetro de tallo el que mejor se comportó fue

el tratamiento de 50 % de bocashi y 50 % de suelo el cual cuantificó una media de 0,53 cm superando a las demás proporciones. Para el número de hojas la proporción que acumuló la mayor cantidad fue 50 % de composta y 50 % de suelo el cual obtuvo una media de 28,35. Esta misma proporción fue la que cuantificó la mayor cantidad de peso seco y verde de raíz, tallo y hojas, por lo que se considera uno de los tratamientos más sobresalientes. El vermiabono no sobresalió en ninguna proporción evaluada para las variables consideradas en la presente investigación.

Referencias

- Aguilar, C. E. (2014). *La agricultura sostenible en el Valle del Tulijá, Chiapas, México*. Universidad Autónoma de Chiapas. México. 183 p.
- Almendros, G. M. (2000). Proceso de transformación de la materia orgánica en ecosistemas agrícolas e inalterados, pp. 330-343. En: Quintero-Lizaola, R., T. Reyna-Trujillo, L. Corlay-Chee, A. Ibáñez-Huerta y N. E. García-Calderón (eds.). *La edafología y sus perspectivas en el siglo XXI*. Tomo 1. Colegio de Postgraduados-Universidad Nacional Autónoma de México-Universidad Autónoma Chapingo. México, D.F.
- Álvarez-Solís, A. D., Gómez-Velazco, D. A., León-Martínez, N. S. & Gutiérrez-Miceli, F. A. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agronomía*, 44 (5), 575-586.
- Comisión para el Mejoramiento del Café de Chiapas (COMCAFE). (2007). La cafecultura chiapaneca. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *El campo en hechos*, 2, 28-29.
- Castro, A., Henríquez, C. & Bertsch, F. (2009). Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía Costarricense, Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(1), 31-43.
- Castro, M. (2001). *Abonos orgánicos para una producción sana*. Edit. Del Norte. San José, Costa Rica, pp. 8-12.
- Capistrán, F., Aranda, E. & Romero J. C. (2004). Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de Ecología A. C. México. 151 p.
- Cerrato, M. E., Leblanc, H. A. & Kameko, C. (2007). Potencial de mineralización de nitrógeno de bocashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*, 3, 183-197.
- Cruz-Flores, G., Flores-Román, D., Alcantar-González, G. & Trinidad-Santos, A. (2005). Fosfatasa ácida, nitrato reductasa, glutamina sintetasa y eficiencia de uso de fósforo y nitrógeno en cereales. *Terra Latinoamericana*, 23, 457-468.
- Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (TGZ). (2004). *Agricultura Ecológica*. Disponible en: <http://www.gtz.de/en/>.
- Eghball, B., Ginting, D. & Gilley, J.E. (2004). Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96, 442-447.
- Fernández, F. (2009). *La agricultura orgánica*. Disponible en: http://www.ecoport.net/contento/Temas_Especiales/Desarrollo_Sustentable/La_Agricultura_Organica.
- Fortis-Hernández, M., Leos-Rodríguez, J.A., Preciado-Rangel, P., Orona-Castillo, I., García-Salazar J.A., García-Hernández J.L. & Orozco-Vidal J.A. (2009). Aplicación de abonos

- orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 329-336.
- Garibay, S.V. (2003). *La investigación en la agricultura orgánica y su importancia*. I Encuentro Mesoamericano y del Caribe y III Encuentro Costarricense de Agricultores Experimentadores e Investigadores en Producción Orgánica. Alajuela, Costa Rica, pp. 1-6.
- Giovannucci, D. & Juárez, C.R. (2006). *Análisis prospectivo de política cafetalera. México*. Proyecto Evaluación Alianza para el campo 2005. FAO. SAGARPA. 74 p.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2003). *Resolución ICA No. 150 del 21 enero 2003, por la cual se adopta el reglamento técnico de fertilizantes y acondicionadores de suelos para Colombia*. Instituto Colombiano Agropecuario.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2003). *Agricultura orgánica*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Barcelona, España, pp. 25-30.
- Mardhu, L.E. (2008). *El cultivo del café*. Disponible en: <http://Por mis cafés - Cultivo del café>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2002). *Alimentos para siempre. La revolución verde*. Disponible en: <http://www.fao.org/kids/es/revolution.html>.
- Salas, E. y Ramírez, C. 2001. Determinación del N y P en abonos orgánicos mediante la técnica del elemento faltante y un bioensayo microbiano. *Agronomía Costarricense*. Vol. 25 (2). 25-34.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2015). *Convención internacional del café México 2015*. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/convencion-internacional-del-cafe-mexico-2015-2/>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2015). *Convención Internacional del Café, México 2015*. Subsecretaría de Agricultura. Dirección General de Productividad y Desarrollo Tecnológico.
- Valcab. (2012). *Historia del compostaje*. Disponible en: <http://valcap.es/html/consejos/consejos%20sobre%20jardinaria/historia%20del%20compostaje.htm?ObjectID=1252>.

Compactación por el tráfico de la maquinaria agrícola: su efecto sobre el esfuerzo cortante del suelo y el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mayz L.)

Soil compaction produced by traffic machinery: effect on soil cutting effort and maize yield (Zea mayz L.)

Virginia Susana Martiren¹, Roberto Andrés Fonterosa², Xavier Bolívar Lastra-Bravo³, Guido Fernando Botta^{1,2}

¹Universidad Nacional de Luján, Dpto. Tecnología. Cruce de rutas 5 y 7, Luján C.P. 6700, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

²Universidad de Buenos Aires Facultad de Agronomía. Av. San Martín 4453 C.P. 1417 DSE, Buenos Aires, Argentina.

³Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador.

Resumen

Se evaluó la compactación del suelo y los efectos de los residuos de la cosecha del maíz (*Zea mays L.*) sobre la emergencia de las plántulas y los rendimientos en tres diferentes métodos de labranza. El estudio se realizó durante cuatro estaciones de crecimiento sobre un suelo Argiudol típico. Se midieron: índice de cono, materia seca de la raíz por planta, materia seca por planta, emergencia de plántulas, y rendimiento. Los resultados mostraron que bajo siembra directa hubo menores rendimientos (entre el 10,7 y el 15,2%) en comparación con el cincel y arado de reja y vertedera. En un principio, la emergencia fue más lenta para los tratamientos de suelo labrado, pero no se encontraron diferencias entre los tratamientos 18 días después de la siembra. Los valores más altos de materia seca de raíz se observaron en los suelos labrados con arado de cincel y de reja y vertedera (42,3 y 46,1 g planta⁻¹, respectivamente). Se concluyó que el rendimiento del maíz está directamente relacionado con la compactación del suelo, y que las sembradoras de bajo peso utilizadas en los tratamientos que remueven el suelo produjeron compactación subsuperficial.

Palabras clave: sembradoras, siembra directa, cobertura del suelo, índice de cono, arado de reja y vertedera, arado escarificador de cinceles.

Abstract

Soil compaction and the effects of crop residues of maize (*Zea mays L.*) on seedling emergence and yields in three different tillage methods were evaluated. The study was conducted during four growing seasons on a Typical Argiudoll soil. The variables measured were: Cone Index, the root dry matter per plant, dry matter per plant, seedling emergence, and yield. The results showed that lower yields in soil under direct sowing treatment (between 10.7 and 15.2%) compared with the chisel plow and moldboard plow. Initially, the emergence was slower for tilled soil treatments, but no differences between treatments were found 18 days after planting. The highest values of root dry matter per plant were observed in soil worked by chisel plow and moldboard plow (42.3 and 46.1 g plant⁻¹, respectively). The main conclusions were: corn yield is directly related to soil compaction, and lightweight planters used in treatments that remove the soil produced subsoil compaction.

Keywords: planters, direct sowing, soil residue cover, cone index, moldboard plow, chisel plow.

1. Introducción

En la pasada década se publicaron conocimientos relacionados con prácticas conservacionistas, en la explotación de los suelos agrícolas. Sin embargo, hoy día siguen dándose reportes contradictorios en relación con los efectos de labranzas reducidas y la siembra directa (SD), sobre la compactación de estos suelos. Algunos investigadores han reportado efectos no significativos de los sistemas de labranza sobre la compactación de los suelos, a través de sucesivos cultivos (Blevins *et al.*, 1977; Hill, 1990); en cambio Edwards *et al.* (1992) encontraron menores incrementos de la compactación en suelos bajo no laboreo frente a los que recibieron labranza convencional.

Por otro lado, se han encontrado sobrecompactaciones de suelos conducidos en ausencia de labranza o con labranza reducida (Voorhees & Lindstrom, 1983; Botta *et al.*, 2002). Finalmente, significativos incrementos en las compactaciones, que restringieron el desarrollo de los cultivos, han sido informados, mayoritariamente en cultivos de escarda, p. ej. maíz (Voorhees & Lindstrom, 1983; Botta *et al.*, 2006; Flowers & Lal, 1998) y soja (*Glycine max* L. Merr.) (Al-Adawi & Reeder, 1996; Botta *et al.*, 2004; Botta *et al.*, 2006). Horn (1998) concluyó que cerca del 20% de la degradación de los suelos alrededor del mundo se debían a la compactación por el tráfico agrícola. Solo en Europa 33 millones de hectáreas de tierras arables se encuentran altamente degradados por este problema.

En Argentina, 19-20 millones de hectáreas se siembran bajo el método de SD continua (AAPRESID, 2013; USDA, 2013), y una cantidad similar bajo el método de labranza convencional. Su clima se caracteriza por periodos de lluvias muy intensas, especialmente cuando los cultivos de verano no han cubierto completamente el suelo o no se han sembrado todavía. Los suelos predominantes tienen alto contenido de arcilla (suelos pesados), y el uso de la labranza conservacionista en ellos reduce la erosión, por lo menos 50% en comparación con los suelos desnudos (Botta *et al.*, 2009; Botta *et al.*, 2010). La labranza conservacionista incluye cualquier método de labranza o siembra que permite que, al menos, el 30% del suelo permanezca cubierto con los residuos vegetales de cultivos anteriores después de la siembra (EP291.2, ASAE Standard, 1993).

El método de SD tiene, generalmente, menor intensidad de tráfico que los utilizados en los métodos de labranza convencional. Pero, los rendimientos tienden a disminuir después de varios años de SD continua (Botta *et al.*, 2006; Botta *et al.*, 2009). Esta disminución podría resultar de una combinación de aumento de los problemas de control de malezas, enfermedades de la raíz, la compactación del suelo y los residuos de cultivos abundantes en la superficie del suelo.

Botta *et al.* (2004); Håkansson & Reeder (1994); y Jorajuria *et al.* (1997) afirman, en forma preocupante, que la compactación del suelo ha sido durante mucho tiempo la causante de reducciones en el crecimiento de raíces y en el rendimiento de cultivos. Tanto la soja como los cultivos perennes son particularmente susceptibles a este problema, también el oeste de la región pampeana.

Oskui & Voorhees (1990) manifestaron preocupación por el bajo interés investigativo del problema de la compactación, especialmente la inducida por el tráfico con altas cargas por eje. Las tendencias de la agricultura actual muestran una clara inclinación hacia el incremento de la potencia y, fundamentalmente, al tamaño de los equipos y máquinas.

Flowers & Lal (1998) no encuentran demasiada influencia de los tratamientos previos de labranza, sobre la distribución vertical de la compactación, en un suelo Ochraqualf mólico, fino, illítico, méxico. Sin embargo, sí encontraron respuesta para las diferentes intensidades de tráfico (Mg.km.ha^{-1}) hechas sobre la base del pasaje con cargas de 10 y 20 Mg por eje y el testigo sin tráfico. Taylor *et al.* (1966) midieron el número de raíces primarias de plantas de algodón que penetró en capas compactadas de los diferentes suelos en ambientes semiáridos en los EE.UU. Encontraron que el número de raíces que penetran el suelo disminuyó notablemente a medida que la resistencia a la penetración se acercó a 2 MPa.

Así también, Botta *et al.* (2013) indican que en suelos extremadamente densos o compactados se impide el crecimiento de las raíces y de este modo se limita el consumo de agua a la planta, lo que afecta su rendimiento. La respuesta de la raíz a la compactación puede ser compleja debido a las numerosas formas en las que ésta puede modificar las propiedades físicas del suelo.

En esta situación de compactación, el maíz muestra una pobre capacidad de macollaje, lo que se traduce en una reducción de su capacidad para compensar una baja densidad de plantas (Tourn *et al.*, 2003). Por otra parte, si las plantas no llegan al umbral de crecimiento adecuado durante el período comprendido entre quince días antes y quince días después de la floración, serán estériles.

En este marco surge como relevante la necesidad de conocer la reología del suelo bajo diferentes intensidades de tráfico, derivados de al menos dos sistemas de conducción: el laboreo convencional versus la SD. En este último caso, la presencia de un suelo con tapiz vegetal al momento del tráfico, ha mostrado evidencias suficientes de un comportamiento reológico diferente. Debido a esto es necesario su estudio a modo de establecer el verdadero impacto del tráfico sobre las propiedades físico-mecánicas, bajo una hipótesis básica de sustentabilidad del sistema.

Los objetivos del estudio fueron cuantificar el efecto de la compactación del suelo y los residuos de cosecha sobre la emergencia de plántulas y el rendimiento del cultivo de maíz (RM), en el partido de Luján provincia de Buenos Aires, durante cuatro estaciones de crecimiento, empleando tres métodos de labranza diferentes (siembra directa (SD), arado de cincel (CN) y arado de reja y vertedera (AV)).

Las hipótesis de trabajo de este estudio son las siguientes: (a) los rendimientos del maíz se ven afectados por el método de labranza utilizado para la preparación del suelo y (b) es posible diagnosticar el estado de compactación superficial de un suelo a partir de los datos de esfuerzo cortante y relacionarlo al rendimiento del cultivo de maíz.

2. Materiales y métodos

2.1. El sitio

El experimento se llevó a cabo en el este de la región Pampeana Argentina a los 34° 32' 30 S, 59° 07' 50 O en el partido de Luján. La altitud del sitio es de 22 m s.n.m. La pendiente es de tipo 1, con un gradiente de 0,5%. El suelo es un Argiudol típico (Soil Conservation Service, 1994), con un contenido de materia orgánica que va desde el 3,6% (w/w) en la superficie hasta el 1,4% a una profundidad de 0,6 m. La historia de manejo del suelo incluye 10 años de rotación de cultivos, siguiendo un patrón muy común en la región, el trigo de invierno, seguido por el maíz en el verano. El perfil típico del suelo se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 1. Perfil del suelo

HORIZONTES	Ap	A12	B1	B21t	B22t	B23t	B3	Cca
Profundidad (cm)	0 – 15	16 – 22	23 – 35	35 – 60	65 – 80	90 - 110	120-150	160 - 220
Carbono Orgánico (g kg ⁻¹)	17.4	13.5	9.3	6.3	5.0	3.1	2.2	1.4
Nitrógeno Total (g kg ⁻¹)	2.4	1.4	1.0	0.85	0.75	0.58	0.42	-
Arcilla (<2 m) (g kg ⁻¹)	212	255	249	332	475	330	230	158
Limo (2-20 m) (g kg ⁻¹)	32.3	34.7	29.8	29.3	20.8	31.2	32.9	287
Limo (2-50 m) (g kg ⁻¹)	756	708	672	613	500	630	727	799
Arena Fina (100-250m) (g kg ⁻¹)	3.0	2.0	3.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0
Arena gruesa (500 – 1000m) (g kg ⁻¹)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
pH in H ₂ O (1: 2.5)	5.8	5.8	6.0	6.2	6.5	6.4	6.4	7.9
Cationes de cambio (m.e. 100g⁻¹)								
Ca ²⁺	11.4	12.7	12.0	13.8	18.3	17.2	16.5	-
Mg ²⁺	2.9	2.5	3.1	4.5	6.5	6.4	3.8	-
Na ⁺	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5
K ⁺	1.4	1.0	0.9	1.3	2.3	2.4	2.3	2.4

2.2. Los tratamientos de labranza

Se utilizaron tres métodos de labranza o tratamientos, cuyas principales características se

muestran en la Tabla 2. Doce parcelas de 100 m x 7 m (con 10 filas a 0,70 m) fueron asignados aleatoriamente con cuatro repeticiones para cada tratamiento de labranza separadas a 20 metros una

de otra como zonas de amortiguamiento o buffer y, así, evitar interacciones (Figura 1). La siembra

y la cosecha se realizaron en las fechas comunes a la zona del ensayo.

Tabla 2. Parcelas de ensayo, en el centro de la imagen, parcela bajo siembra directa.

Tratamientos de labranza	Descripción y secuencia	Número de pasadas/ hectárea	Peso Total (kN)	Total Desplazamiento (km ha ⁻¹)
SD	Pulverizado (pre-siembra) y siembra directa	2	187	3.11
CN	Cinzel de 11 arcos curvos rígidos - rastra de discos (600 N/disk, 30 disk - Rastra de dientes de 8 secciones y 2 pasadas de rolos destarronadores	5	60.4	7.1
AV	Arado de reja y vertedera - 2 pases de rastra de discos liviana en tandem con un cultivador de campo y 1 pasada de rastra de dientes-	4	94.4	10.98



Figura 1. Parcelas de ensayo, en el centro de la imagen, parcela bajo siembra directa.

2.3. Tractores y sembradoras

Un tractor J. Deere (160 CV/117 kW del motor, Figura 2) (TDA), cuyo peso es de 98 kN (39,2 y 58,8 kN en los ejes delantero y trasero, respectivamente),

se utilizó a una velocidad de desplazamiento de 5,5 km h⁻¹. Neumáticos delanteros nuevos rodados 16.9 R 28 y traseros rodados 20.1 R 30 inflados a 100 kPa y 80 kPa respectivamente, dentro de los límites aconsejados por Firestone Neumáticos Agrícolas.



Figura 2. John Deere 7515, utilizado en todos los tratamientos del ensayo.

El área de contacto del neumático/suelo fue 0.400 y 0.873 m², y la presión sobre el suelo fue de 49 y 33.7 kPa, en la parte delantera y trasera, respectivamente. Estas mediciones se llevaron a cabo en el campo experimental según método de Botta *et al.* (2004).

En el ensayo se utilizaron dos sembradoras diferentes (Tabla 3, Figuras 3 y 4). El tratamiento bajo SD fue traficado con una pasada del tractor J. Deere 7515 y la sembradora 1, mientras que los tratamientos CN y AV, fueron traficados con una pasada del mismo tractor pero utilizando la sembradora 2.

Tabla 3. Características de las sembradoras

Especificaciones	Super Walter Sembradora 1	John Deere 1700 Max Emerge Sembradora 2
Peso total cargada (kN)	69.6	14.9
Ancho (mm)	7000	5600
Número de unidades de siembra	10	8
Distancia entre filas (mm)	700	700
Sistema dosificador	Plato semillero	Neumático
Neumáticos	400/60-15.5	7.60 – 15
Presión de Contacto (kPa)	122	91.6
Tren de siembra	Cuchilla turbo + 2 discos abresurcos	Doble discos con 2 ruedas limitadoras de profundidad

Ambos, el tractor y las dos sembradoras, son utilizados comúnmente por los productores del área de estudio. La sembradora 1 se utilizó en

el tratamiento SD, y la sembradora 2 en CN y AV, de acuerdo con sus características (Fonterosa, 2012).



Figura 3. Sembradora 1, Super Walter y detalle del tren de siembra.



Figura 4. Tractor y sembradora 2, J. Deere 1700 Maxemerge, y detalle del tren de siembra.

2.4. Variables experimentales medidas

El número de plantas emergidas por metro lineal se observó en todas las filas y huellas del tractor. La muestra consistió en 320 observaciones en cada caso (huella y fila) (40 observaciones / fila x 8 líneas / réplica). Los conteos fueron realizados 11, 14 y 18 días después de la siembra.

Antes de la siembra (pre-siembra), se determinó la cobertura de rastrojos por el método de la transecta. El contenido de agua del suelo (w/w) y el índice de cono (IC) se midieron el mismo día des-

pues de la siembra. Las fechas de siembra fueron las comunes para la zona de estudio.

El w/w se midió con una sonda Troxler 3440 de rayos gamma en una profundidad que oscila de 0 a 150 mm y 150 - 300 mm y en una trinchera de 300 a 450 mm de profundidad. En los suelos con alto contenido de materia orgánica, como ocurrió en este caso, la sonda de neutrones puede subestimar el w/w considerablemente. Por consiguiente, este parámetro se verificó mediante el método de cilindro (Figura 5).



Figura 5. Cilindro para la medición y chequeo del contenido de agua en el suelo.

El índice de cono (IC) se determinó con un penetrómetro Scout 900 (Figura 6) con grabación de datos. El cono cumple con las medidas según el estándar S 313 de

ASAE Standards (1992). Cada dato representa el promedio de 25 muestras tomadas de cada parcela en el 0 - a rango de profundidad de 450 mm, a intervalos de 25 mm.



Figura 6. Detalle del display del penetrómetro.

El w/w e IC se midieron en lugares al azar en todas las parcelas. Los datos recogidos para el IC antes de la siembra (parcela control), proporcionaron una clara indicación de la condición inicial del suelo en cada tratamiento de labranza. Los efectos de los tratamientos de tráfico en el suelo se midieron en el momento de la siembra en las líneas centrales de la huellas de los neumáticos debido a que los efectos de compresión tienden a concentrarse en este punto (Söhne, 1958).

La materia seca de la raíz (MSR) y la materia seca por planta (MSP) se midieron 8 semanas después de la emergencia del cultivo (en floración). Se tomaron muestras de raíces en el 0 - a rango de profundidad de 300 mm. La MSR se midió a 300 mm de profundidad sólo porque la mayoría de las raíces de este cultivo se concentran en los primeros 250 mm. Un total de 70 muestras fueron tomadas por trata-

miento. Para determinar el peso seco, las raíces, primero se lavaron y luego se secaron a 104 °C en un horno convencional hasta peso constante

Para la determinación de MSP, las plantas se cortaron justo por encima del nivel del suelo, luego fueron lavados en agua destilada y se secaron en estufa a 104 °C hasta peso constante.

El esfuerzo cortante, para cada condición de suelo, se midió con una placa de corte de 0.48 m de largo x 0.18 m de ancho, y dispone de 4 garras de 25 mm de altura (Figura 7), ubicadas en ángulo de 90° respecto a la dirección de avance (Botta, 2000). El esfuerzo cortante resultante de los ensayos se midió con un dinamómetro de funcionamiento hidráulico, y se realizaron lecturas por medio de un manómetro para determinar el esfuerzo requerido para cortar el suelo en cada uno de los tratamientos.



Figura 7. Detalle de la placa de corte.

Todos los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), y las medias fueron analizadas por la prueba de rangos múltiples de Duncan utilizando el programa Statgraf 7.1 (Botta *et al.*, 2010).

Para analizar los efectos de la compactación del suelo y la cubierta de residuos (factores) y su interacción en la emergencia de las plántulas de maíz, se utilizó un procedimiento de ANOVA de dos factores.

3. Resultados y discusión

3.1. Contenido de agua del suelo, condiciones climáticas y las condiciones iniciales del suelo del ensayo

El w/w, promedio para los cuatro años de ensayo en el día de siembra fue del 18.6% del peso

seco desde los 0 hasta los 150 mm de profundidad, 20% de 150 a 300 mm y 20.7% desde 300 hasta 450 mm. La precipitación total cada diez días y el promedio de temperaturas máximas del 1/10 al 31/03 para cada año se muestra en la Figura 8.

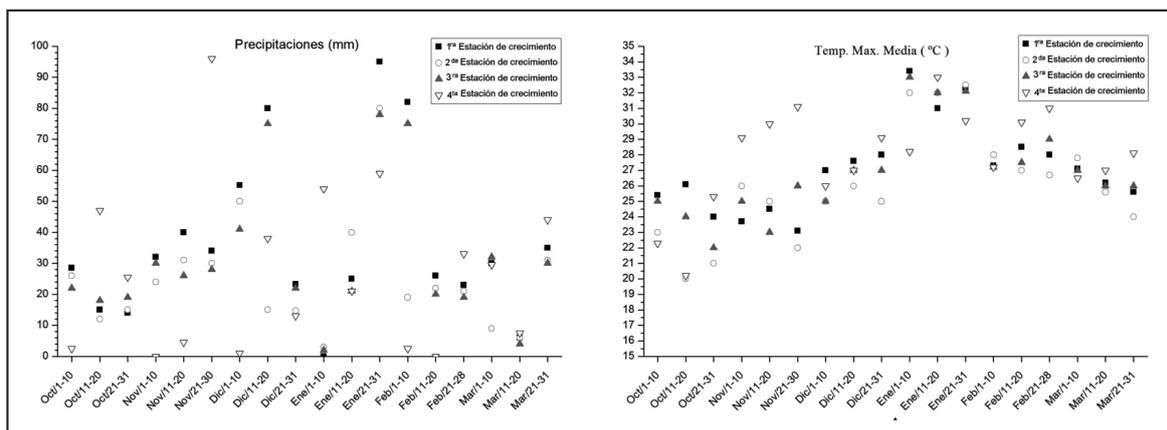


Figura 8. Precipitaciones totales y promedio de la temperatura máxima.

La temperatura máxima media del aire fue moderada en octubre, noviembre, diciembre, febrero y marzo, pero superó los 32°C en enero. La precipitación en octubre fue adecuada para la emergencia de las plántulas. Debido a que la lluvia fue abundante antes de la cosecha (durante los últimos 10 días del mes de marzo), el w/w fue alto. De acuerdo con nuestro

estudio del ciclo completo del cultivo, la temperatura fue normal para el verano, dando plantas de importante tamaño (Figura 9). De acuerdo con Tourn et al. (2003), la temperatura afecta a la longitud del ciclo de cultivo desde la siembra hasta que alcanza la madurez fisiológica, mientras que el fotoperiodo puede afectar el tiempo entre la brotación y la floración.



Figura 9. Sitio del ensayo de los tres tratamientos de labranza.

Durante la temporada de producción, las condiciones meteorológicas fueron muy similares en los cuatro años de estudio. Por lo tanto, cualquier variación en los RM sería el resultado de los dife-

rentes tratamientos de labranza del suelo. La Figura 10 muestra el IC antes de la siembra (pre-siembra) y ofrece una clara indicación de la condición inicial del suelo en cada tratamiento.

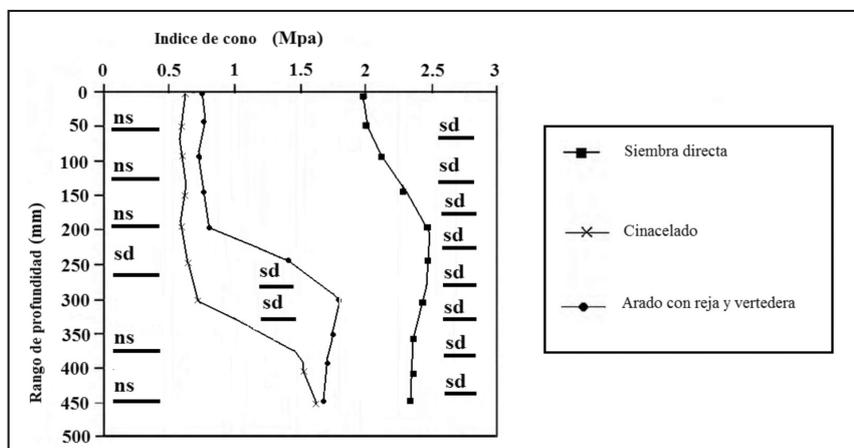


Figura 10. Valores de IC (pre-siembra).

Se observa que el IC en el tratamiento SD fue superior a 2 MPa en el rango de profundidad de 0 a 450 mm, y que los efectos fueron muy diferentes para AV y CN. El IC de AV y CN fue estadísticamente diferente ($p < 0,01$) que el de SD, pero a distintas profundidades (como era de esperar), 280 mm para CN y 200 mm para AV.

El análisis de varianza de los valores de IC promedio en las profundidades de 200 a 350 mm mostró una diferencia significativa entre CN y AV, siendo mayor para este último.

3.2. Residuos vegetales y la compactación del suelo

Los efectos de los residuos vegetales luego de la cosecha sobre la compactación del suelo y su interacción sobre la emergencia de las plántulas fueron analizados. El porcentaje de residuo o rastrojo remanente sobre el suelo después de la labranza fue significativamente mayor en la SD (fuera del surco de siembra) y en el CN que en el AV. Botta *et al.* (2009) encontraron que el uso continuado de SD (año tras año) resultó en una acumulación de residuos de cultivos y compactación del suelo (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto de la compactación del suelo (expresada como Índice de cono 0 – 150 mm) y el rastrojo sobre la emergencia del maíz.

Tratamientos de labranza	IC (kPa)	Rastrojo en sup. (%)	Emergencia del maíz											
			1° Estación de crecimiento 2004 - 2005			2° Estación de crecimiento 2005 - 2006			3° Estación de crecimiento 2006 - 2007			4° Estación de crecimiento 2007 - 2008		
			Días desde la siembra			Días desde la siembra			Días desde la siembra			Días desde la siembra		
11	14	18	11	14	18	11	14	18	11	14	18			
AV	1.13 a	12.1 a	0.35 a	2.80 a	4.50 a	0.30 a	2.60 a	5.00 a	0.35 a	2.20 a	5.50 a	0.41 a	2.28 a	5.7 a
CN	1.17 a	40.1 b	0.25 a	2.71 a	5.00 a	0.35 a	2.30 a	4.80 a	0.31 a	2.80 a	5.00 a	0.38 a	3.01 a	5.2 a
SD (en el surco)	2.62 b	11.4 a	1.50 b	4.50 b	5.70 a	1.60 b	5.10 b	5.80 a	1.61 b	5.20 b	5.70 a	1.60 a	5.2 b	5.8 a

Diferentes letras dentro de las columnas indican diferencias significativas ($P < 0.01$)

Una investigación realizada, sobre las prácticas de siembra en la zona de estudio, reveló que los residuos de las plantas de maíz son un obstáculo importante para la siembra de los cultivos posteriores en SD, sobre todo con sembradoras que no utilizan discos abresurcos. En el cultivo de maíz, la limpieza del rastrojo en superficie ayuda a la siembra y también acelera el calentamiento del suelo.

En los suelos trabajados bajo SD, la cobertura de residuos vegetales en el surco depende de la utilización del sistema abresurco de la sembradora. Los sistemas abresurcos de cuchilla turbo y un abridor de doble disco son los más difundidos. La menor cantidad de residuo que queda en el surco fue principalmente el resultado de la gran cantidad de tierra removida por la cuchilla turbo (Tabla 4).

De acuerdo con Tourn *et al.* (2003), la remoción del rastrojo por acción de la cuchilla turbo mejoró significativamente la emergencia de plántulas en el

tratamiento bajo SD respecto a los convencionales (CN y AV). Sin embargo, no hubo diferencias en la emergencia de plántulas (Tabla 4).

El estudio mostró que la compactación causada por la maquinaria pesada (tractor y sembradora 1) produjo grandes cambios en las propiedades físicas del suelo a nivel superficial y del subsuelo respecto a lo que produjo el equipo liviano (sembradora 2 y tractor). Estos resultados son consistentes con los de Botta *et al.* (2006), que mostraron que los efectos de la compactación producida por una alta carga por eje se relaciona con el tipo de suelo, el número de pasadas y el número de años transcurridos desde el inicio de la compactación. En la primera estación de crecimiento, el aumento del IC, como resultado del tráfico de siembra, fue particularmente marcado en intervalo de 0 a 300 mm de profundidad, aunque el aumento de la resistencia a la penetración en los tratamientos de CN y AV fueron menores que en SD (Tabla 5).

Tabla 5. Valores medios de IC (MPa) después de la siembra

Nivel de Prof. (mm)	Estaciones de Crecimiento											
	Siembra 2004			Siembra 2005			Siembra 2006			Siembra 2007		
	Tratamientos											
	SD	CN	AV	SD	CN	AV	SD	CN	AV	SD	CN	AV
0	2.50 b	1.10 a	0.97 a	2.61 b	0.9 a	1.12 a	2.68 bc	1.13 a	1.1 a	3.5 b	2.8 a	2.4 a
50	2.58 b	1.15 a	1.12 a	2.69 bc	1.10 a	1.15 a	2.76 c	1.15 a	1.16 a	3.6 b	2.7 a	2.5 a
100	2.63 b	1.19 a	1.18 a	2.72 bc	1.16 a	1.20 a	2.80 c	1.21 a	1.20 a	3.6 b	2.9 a	2.5 a
150	2.77 b	1.23 a	1.27 a	2.85 bc	1.20 a	1.24 a	2.89 c	1.28 a	1.26 a	3.8 b	2.9 a	2.6 a
200	2.81 c	1.35 a	1.39 a	2.88 c	1.42 a	1.37 a	2.93 cd	1.54 b	1.49 b	3.9 b	3.0 a	2.7 a
250	2.87 d	1.51 b	1.52 a	2.94 de	1.63 bc	1.60 a	2.99 e	1.69 c	1.72 c	4.0 b	3.1 a	2.7 a
300	2.93 c	1.61 a	1.67 a	2.97 c	1.75 ab	1.72 ab	3.02 c	1.82 b	1.83 b	4.1 b	3.2 a	2.8 a
350	2.80 c	1.72 a	1.74 a	3.00 d	1.84 a	1.80 a	3.08 d	1.89 ab	1.86 ab	4.3 b	3.3 a	2.9 a
400	2.75 d	1.63 a	1.61 a	2.95 d	1.78 b	1.73 b	3.10 e	1.95 c	1.91 c	4.2 b	3.2 a	2.8 a
450	2.72 c	1.57 a	1.58 a	2.86 d	1.59 a	1.64 a	2.98 d	1.99 b	2.0 b	4.3 b	3.2 a	2.5 a

Diferentes letras (horizontalmente dispuestas) dentro de las columnas de cada tratamiento indican diferencias significativas ($P < 0.01$) significativas ($P < 0.01$) significativas ($P < 0.01$)

La respuesta del suelo al tráfico en las capas más profundas reveló, según lo indicado por el IC, un aumento en el rango de profundidad de 300 a 450 mm (valores máximos de cuatro años). Todos los valores de IC en el suelo bajo SD después del tráfico, para realizar la labor de siembra, fueron más altos que los valores medidos para CN y AV. Una razón importante para que el IC sea mayor en el suelo bajo SD es la baja compresibilidad de este suelo firme, como lo demuestran sus altos valores IC en comparación con los tratamientos de labranza. En el rango de 300 a 450 mm de profundidad, el promedio de IC en el tratamiento SD, fueron 2.80, 2.94, 3.05 y 4.22 MPa para la primera, segunda, tercera y cuarta estación de crecimiento respectivamente.

Por otra parte, los valores máximos de IC se produjeron a una profundidad cada vez mayor en los últimos años del ensayo. Todos los valores fueron superiores a los citados como críticos para el retraso del crecimiento de raíces (Botta *et al.*, 2004; Joraju-

ria *et al.*, 1997). Estos valores de IC indican exceso de compactación en el subsuelo, superando el 1 y 1.2 Mpa límites recomendados por Narro-Farrias (1994) y Terminiello *et al.* (2000), respectivamente, para evitar el descenso en el rendimiento. Por lo tanto, estos datos apoyan la segunda hipótesis (compactación por los tres métodos de labranza).

3.3 Materia seca de raíz, materia seca por planta y rendimiento del cultivo de maíz

La MSR se vio afectada negativamente por la compactación del suelo. A medida que el IC aumentó, MSR disminuyó en el perfil del suelo (Figura 11). Para los tres tratamientos se detectaron diferencias significativas, ocho semanas después de la emergencia de plántulas (en la floración), en el promedio de los valores de MSR. El promedio más alto de MSR fueron para los tratamientos AV y CN (45.9 y 42.2 g planta⁻¹, respectivamente), mientras que el valor más alto en SD fue de 37.0 g planta⁻¹ (Tabla 6).

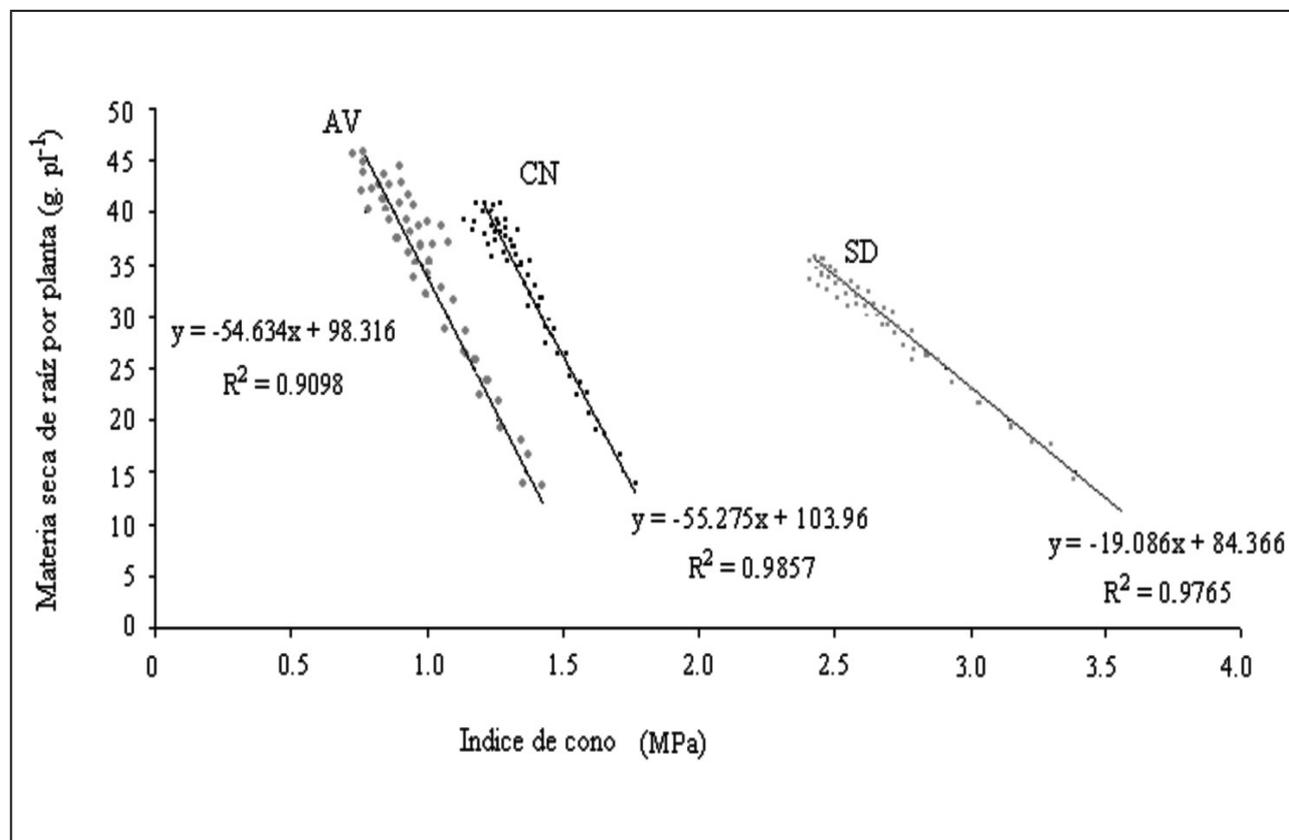


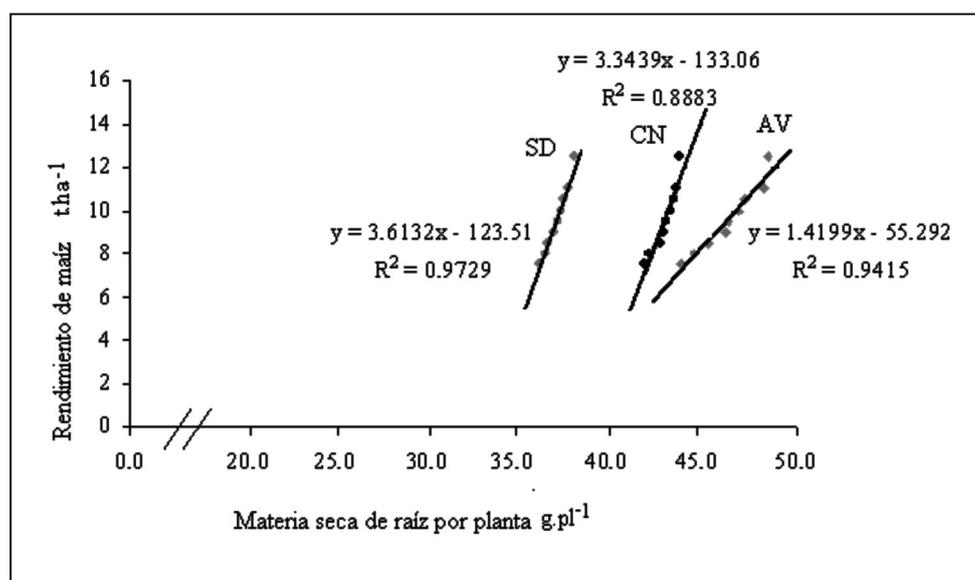
Figura 11. Relación entre la MSR y el IC.

Tabla 6. MSR y MSP (g planta⁻¹)

MSR por planta (g planta ⁻¹)					
Tratamiento de labranza	1º Estación de crecimiento	2º Estación de crecimiento	3º Estación de crecimiento	4ª Estación de crecimiento	Promedio
SD	37.0 a	37.3 a	37.1 a	36.9 a	37.0 a
CN	43.0 b	42.3 b	41.6 b	42.1 b	42.2 b
AV	47.2 c	46.1 c	45.0 c	45.3 c	45.9 c
MSP (g planta ⁻¹)					
SD	142.4 a	143.2 a	141.0 a	142.5 a	142.3 a
CN	152.0 b	153.6 b	150.2 b	151.9 b	151.9 b
AV	158.4 c	160.0 c	159.0 c	160.2 c	159.4 c

Diferentes letras (entre tratamiento de labranza) indican diferencias significativas ($P < 0.01$)

La Figura 12 muestra que, después del tráfico de siembra, la relación entre la MSR y el RM fue muy positiva.

**Figura 12.** Relación entre el rendimiento del maíz y la MSR.

En todos los tratamientos, la MSR fue directamente proporcional a los RM, con un coeficiente de regresión alto. Por otra parte, los RM fueron mayores en CN y AV.

Los valores más bajos de compactación del suelo y de esfuerzo cortante sobre el suelo arado (en este caso 10.01 kN) se asociaron con una mayor producción, seguido de CN (16.0 kN) y SD (22 kN). Estos resultados confirman las dos hipótesis.

Para las cuatro estaciones de crecimiento, la MSP fue estadísticamente diferente para cada tratamiento. El promedio de la MSP fue 159.4 g planta⁻¹ en AV, seguido por 151.9 g planta⁻¹ en CN y 142.3 g planta⁻¹ en SD.

Los mejores resultados para la emergencia de las plántulas fueron producidas en el suelo bajo SD (Tabla 4). Sin embargo, los RM fueron mayores en CN y AV (Tabla 7), con un decremento significativo de 12.3 y 17.5%, de SD respecto a CN y AV.

Tabla 7. Rendimiento del maíz (t ha⁻¹)

Cosecha / Tratamientos	SD	CN	AV
2005	9.9 b	10.8 a	11.1 a
2006	10.1 b	11.6 a	11.9 a
2007	10.0 b	11.2 a	12.5 a
2008	9.7 b	11.5 a	12.6 a
Promedio	9.9 b	11.3 a	12.0 a

Diferentes letras (entre tratamiento de labranza) indican diferencias significativas ($P < 0.01$)

A pesar de que la compactación del suelo es mucho mayor en los primeros 200 mm en SD que en CN y AV, las diferencias en los RM fueron pequeñas pero estadísticamente significativas. El factor más importante puede haber sido que los patrones de las precipitaciones fueron particularmente favorables para el crecimiento del maíz. Estas lluvias favorables deben haber “anulado”, por así decirlo, el mayor nivel de compactación en el tratamiento bajo SD.

4. Conclusiones

A pesar del menor número de pasadas del tratamiento bajo SD, los rendimientos de maíz fueron, de año en año, menores a los otros dos tratamientos.

El alto peso (187 kN) del equipo utilizado para el tratamiento de SD produjo compactación del subsuelo, que llevó a cambios en el sistema de la

raíz del maíz, y estos cambios no significan beneficios para su rendimiento.

Los valores medidos de IC demostraron que la compactación del subsuelo persistió durante más de 3 años.

El rendimiento del maíz tuvo relación directa con la materia seca de raíz, la cual fue afectada por la compactación del suelo producida por el tráfico de los equipos utilizados.

A pesar de las diferencias en la cobertura de rastrojo se encontró que, entre los tratamientos de labranza, la emergencia de las plántulas de maíz no se vio afectada.

Las sembradoras de bajo peso utilizadas en los tratamientos AV y CN produjeron compactación subsuperficial del suelo.

Referencias

- AAPRESID. (2013). *Manual de buenas prácticas agrícolas e indicadores de gestión*. Rosario: Asociación Argentina de Productores en siembra directa.
- Al-Adawi, S., & Reeder, R. (1996). Compaction and subsoiling effects on corn and soybean yields and soil physical properties. *Transactions of the ASAE*, 39(5), 1641-1649.

- ASAE Standard. (1993). *Terminology and definitions for soils tillage and soil tool relationships Engineering Practice, EP291. 2*. American Society of Agricultural Engineering.
- ASAE Standards. (1992). *Soil cone penetrometer S 313.2*. American Society of Agricultural Engineering.
- Blevins, R., Thomas, G., & Cornelius, P. (1977). Influence of no tillage and N fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn. *Agronomy Journal*, 69, 383-386.
- Botta, G. (2000). Subsoil compaction distribution induced by agricultural traffic. 230. (L. University, Ed.) Argentina.
- Botta, G., Jorajuría, D., & Draghi, M. (2002). Influence of the axle load, tyre size and configuration on the compaction of a freshly tilled clayey soil. *Journal of Terramechanics*, 39(1), 47-54.
- Botta, G., Jorajuria, D., & Rosatto, H. (2006). Light tractor frequency on soil compaction in the rolling Pampa region of Argentina. *Soil & Tillage Research*, 86, 9-14.
- Botta, G., Jorajuria, D., Balbuena, R., & Rosatto, H. (2004). Mechanical and cropping behaviour of direct drilled soil under different traffic intensities: Effect an soybean (*Glycine max L.*) yields. *Soil & Tillage Research*, 78, 53-58.
- Botta, G., Jorajuria, D., Balbuena, R., Ressia, M., Ferrero, C., Rosatto, H., & Tourn, M. (2006). Deep tillage and traffics on subsoil compaction and sunflower (*Helianthus annus L.*). *Soil & Tillage Research*, 91, 164-172.
- Botta, G., Tolón-Becerra, A., Bellora, F., & Tourn, F. (2009). Seedbed compaction produced by traffic on four tillage regimes in the rolling Pampas of Argentina. *Soil & Tillage Research*, 105, 128-134.
- Botta, G., Tolón-Becerra, A., Lastra-Bravo, X., & Tourn, M. (2010). Tillage and traffic effects (planters and tractors) on soil compaction and soybean (*Glycine max L.*) yields in Argentinean pampas. *Soil & Tillage Research*, 110, 167-174.
- Botta, G., Tolón-Becerra, A., Lastra-Bravo, X., Tourn, M., Balbuena, R., & Rivero, D. (2013). Continuous application of direct sowing: Traffic effect on subsoil compaction and maize (*Zea mays L.*) yields in Argentinean Pampas. *Soil & Tillage Research*, 134, 111-120.
- Edwards, J., Wood, W., & Ruf, M. (1992). Tillage and crop rotation effects on fertility status of a Hapludult soil. *Soil Science Society American Journal*, 56, 1577-1582.
- Flowers, M., & Lal, R. (1998). Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic achraqualf in northwest Ohio. *Soil & Tillage Research*, 48, 21-35.
- Fonterosa, R. (2012). Efectos de diferentes métodos de labranza sobre la compactación del suelo y el rendimiento del maíz (*Zea Mays L.*) en el este de la región pampeana. 32.
- Håkansson, I., & Reeder, R. (1994). Subsoil compaction by vehicles with high axle load-extent, persistence and crop response. *Soil and Tillage Research*, 29, 277-304.
- Hill, R. (1990). Long term conventional and no tillage effects on selected soil physical properties. *Soil Science Society American Journal*, 54, 161-166.
- Horn, R. (1998). Effect of agregation and tillage systems on soil deformation by mechanical strees and strain. *Advances in Sugar Beet research*, 1, 7-20.
- Jorajuria, D., Draghi, L., & Aragon, A. (1997). The effect of vehicle weight on the distribution of compaction with depth and the yield of *Lolium* (*Trifolium grassland*). *Soil & Tillage Research*, 41, 1-12.
- Narro-Farrias, E. (1994). *Física de suelos, con enfoque agrícola*. Mexico: Editorial Trillas.

- Oskui, K., & Voorhees, B. (1990). Prediction of planting timeliness penalties for corn and soybean in northern corn belt. *Agron. Abstr.* (pág. 153). Madison, WI, USA.
- Söhne, W. (1958). Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractors tyres. *Agricultural Engineering*, 39, 276–281.
- Soil Conservation Service. (1994). *Keys to Soil Taxonomy* (6th ed.). (S. S. Staff, Ed.) Washington DC, USA: USDA.
- Taylor, H., Roberson, G., & Parker, J. (1966). Soil strength root penetration relations for medium coarse-textured soil materials. *Soil Science*, 102, 18–22.
- Terminiello, A., Claverie, J., Casado, J., & Balbuena, R. (2000). Cone index evolution through the growth season of cabbage crop (*Brassica oleracea* L.). *Proc 4th CADIR (Argentine Congress on Agricultural Engineering)*, 1, págs. 68-73.
- Tourn, M., Soza, E., Botta, G., & Mete, A. (2003). Direct maize seeding. Effects of residue clearance on implant efficiency. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 1, 99-103.
- USDA (United States Department of Agriculture). (January de 2013). Oilseeds 13-01. *Circular Series*.
- Voorhees, B., & Lindstrom, J. (1983). Soil compaction constraints on conservation tillage in the northern corn belt. *Journal of Soil Water conservation*, 38, 307-311.
-

Efecto de la concentración del H_3O^+ y Mg en el crecimiento inicial y la absorción de nutrimentos en plantas de banano cultivadas en solución hidropónica

Effect of concentration H_3O^+ and Mg in early growth and absorption of nutrients in banana plants grown in hydroponic solution

Hernán Sancho¹, Eloy Molina²

¹Consultor en Suelos, San José, Costa Rica.

²Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Resumen

Se condujo un ensayo para evaluar el efecto de la concentración del ión H_3O^+ y del Mg en el crecimiento y absorción de agua y nutrimentos en plantas de banano. Se evaluaron 5 tratamientos que provienen con cuatro dosis de Mg (25, 50, 100, 200 mg l⁻¹) y dos dosis de H_3O^+ (1×10^{-4} M y 1×10^{-6} M) de manera que la combinación de dosis de Mg- H_3O^+ produjo los siguientes tratamientos: 1) 25-pH 6; 2) 25-pH 4; 3) 50-pH 4; 4) 100-pH 4; y 5) 200-pH 4. Se utilizaron plantas provenientes de cultivo de tejidos del clon “Gran Naine” que se pusieron a crecer por 63 días en solución nutritiva en potes de 20 l de capacidad. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, circunferencia de pseudo tallo, producción de biomasa, ritmo de emisión foliar, área foliar y absorción de nutrimentos. La concentración del ión H_3O^+ no afectó la absorción del agua, ni las variables de crecimiento. La absorción del N, K, Ca, Mg, S, Zn y B fue igual en las dos concentraciones de H_3O^+ evaluadas, mientras que el P, Fe, Cu fueron absorbidos en mayor cantidad por las plantas que crecieron en la solución con mayor concentración de H_3O^+ (pH 4) y el Mn se absorbió en mayor cantidad en la concentración menor de H_3O^+ (pH 6). Las dosis de Mg disminuyeron los valores de las variables de crecimiento y de materia seca producida, el efecto fue de tipo lineal a excepción de las variables número de hojas a cosecha y biomasa de la raíz de segundo orden que fue cuadrático. Las dosis de Mg redujeron la absorción de los nutrimentos en el siguiente orden Ca > N ≥ K ≥ S > P y Mn > Zn > Cu respectivamente, para el Fe y B el efecto fue positivo.

Palabras clave: Musa AAA, banano, Cavendish, pH, magnesio, hidronio.

Abstract

A hydroponic experiment was carried out with the objective of studying the effect of H_3O^+ and Mg concentration on the growth and water and nutrients absorption by banana plants. The five treatments evaluated consisted of the combination of four Mg rates (25, 50, 100, 200 mg l⁻¹) and two concentrations of H_3O^+ (1×10^{-4} M y 1×10^{-6} M) which produced the following treatments: 1) 25-pH 6; 2) 25-pH 4; 3) 50-pH 4; 4) 100-pH 4; and 5) 200-pH 4. Tissue culture plants of the Grand Naine clone between 7 and 10 cm height were grown in 20 L containers for 63 days. At the end of this time, plant height, pseudostem circumference, plant biomass, leaf emission rate, leaf area and nutrient absorption were measured. The concentration of H_3O^+ had no effect on water absorption or growth variables. The absorption of N, K, Ca, Mg, S, Zn, B was the same at both the H_3O^+ concentrations, while P, Fe and Cu absorption was greater in plants grown at a greater concentration of H_3O^+ (pH 4) while Mn was absorbed in greater quantities at the lower concentration of H_3O^+ (pH 6). The concentration of Mg affected the growth variables and dry matter accumulation by different plant parts. The

effects were linear, except for leaf number at the end of the experiment and second order root biomass which were quadratic. An increasing concentration of Mg reduced the absorption of the macro and micro-nutrients in the following order: $Ca > N \geq K \geq S > P$ y $Mn > Zn > Cu$, while the absorption of Fe and B was increased.

Keywords: Musa AAA, bananas, Cavendish, pH, magnesium, hydronium.

1. Introducción

La acidificación del suelo es un proceso natural que ocurre durante la pedogénesis de regiones donde la precipitación es superior a la evapotranspiración. En estas regiones, la continua meteorización provoca la pérdida de cationes alcalinos y alcalinotérreos (K^+ , Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) e incrementa el contenido de cationes metálicos (Al^{+3} , Fe^{+2} , Mn^{+2}) que pueden sufrir hidrólisis (Ayarza & Salinas, 1982; Baligar *et al.*, 1988; Bertsch, 1995; Buol *et al.*, 1989; Fassbender & Bornemisza, 1987; Matsumoto, 2002; Molina, 1998; Zapata, 2004). De esta forma, el suelo se acidifica, pierde su fertilidad natural (Molina 1998) y pierde silicio en forma de $Si(OH)^0$, llegando a disminuir significativamente el pH del suelo (Zapata, 2004).

En el suelo debe distinguirse entre la acidez actual, que es la concentración de H^+ en la solución del suelo, la acidez intercambiable que constituyen el H^+ y Al^{+3} intercambiables retenidos en los coloides del suelo por fuerzas electrostáticas, la acidez no intercambiable que incluye H^+ adsorbido en los coloides del suelo por enlaces covalentes en la superficie de los minerales arcillosos de carga variable y la acidez potencial que es la sumatoria de la acidez intercambiable y la no intercambiable (Fassbender & Bornemisza, 1987; Mengel & Kirkby, 2000; Molina, 1998).

La concentración de H^+ de la solución del suelo tiene un efecto pronunciado sobre los minerales, microorganismos y raíces de las plantas (Fassbender & Bornemisza, 1987; Mengel & Kirkby, 2000). Concentraciones altas de H^+ favorecen la meteorización de los minerales, resultando en la liberación de diversos iones como K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} y Al^{+3} (Bache, 1985; Mengel & Kirkby, 2000) dejando a las bases (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2}) expuestas a lixiviación (Flores, 1996). Además, el pH controla la solubilidad de sales, incluyendo carbonatos, sulfatos y fosfatos, así como la dinámica de los compuestos hidroxialumí-

nicos en el suelo (Bache, 1985; Fassbender & Bornemisza, 1987; Miyasaka *et al.*, 2007).

La disponibilidad de nutrimentos en el suelo y la velocidad de absorción de éstos por la planta también dependen del pH (Barber, 1995; Lahav & Turner, 1992; Marschner, 1995; Rorison, 1980; Villalobos & Killorn, 2001). Generalmente, los aniones como nitratos y fosfatos se absorben en mayor medida a niveles de pH débilmente ácidos, pero, en el caso de los fosfatos, el pH regula la relación $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$. Por otro lado, la absorción de cationes es mayor cuando se incrementa el pH y se acerca a valores de neutralidad (Carvajal *et al.*, 1963; Lahav & Turner, 1992; Rorison, 1980; Villalobos & Killorn, 2001).

El efecto del pH del sustrato en el crecimiento y la absorción de nutrimentos en diferentes cultivos ha sido ampliamente estudiado. El rango de pH óptimo para el crecimiento difiere según el cultivo y la variedad (Arnon *et al.* 1942, Klapp 1951, Ignatieff y Page (1959) citados por Fassberder y Bornemiza 1987, Spain *et al.* 1975). El rango puede ser estrecho como es el caso de la alfalfa (6,5-7,4) o amplio como en la papa (4,1-7,4) (Klapp, 1951).

Carvajal *et al.* (1963) estudiaron el efecto del pH del sustrato en el crecimiento y absorción del café, en rangos de pH de 4 a 7,5, con intervalos de 0,5 unidades, y encontraron que las plantas que crecieron en pH 7,5 absorbieron 2,3 veces más Ca y 16,3 veces más P con respecto a las que crecieron en pH de 4,0. Además encontraron que la concentración del ión H^+ del medio no afectaba la absorción de K, Mg y $N-NO_3$. Cuando evaluaron el crecimiento, estos autores no encontraron diferencias estadísticas en la acumulación de biomasa de las plantas creciendo en el rango de pH 5,5-7,5.

El efecto del pH del suelo en la producción de banano no ha sido suficientemente estudiado, sin embargo, se conoce que crece en un amplio rango de pH en el suelo (3,5 a 9,0), pero el rango de pH más

común esta entre 5,5 y 8,0 (Champion *et al.*, 1958; Delvaux, 1995; Godefroy *et al.*, 1978; Martin-prevel, 1980; Robinson, 1996; Stover & Simmonds, 1987). Se conoce que el pH se correlaciona positivamente con el rendimiento del cultivo del banano y se ha demostrado que los rendimientos de fruta a pH 4,5 son alrededor de la mitad de los rendimientos obtenidos a pH 6,0 (Champion *et al.*, 1958). La planta de banano tolera pH bajo, pero la acidez afecta el vigor de la planta y los mayores rendimientos de fruta se obtienen a pH entre 5,5 y 6,5 (Serrano, 2003). El pH bajo limita el crecimiento de las plantas en forma indirecta por el efecto de factores secundarios, consecuencia del pH ácido, como la toxicidad de Al y/o Mn y las deficiencias de P, Ca, Mg y N (Ayarza & Salinas, 1982; Evers, 1963; Fassbender & Bornemisza, 1987; Foy, 1984; Matsumoto, 2002).

Godefroy *et al.* (1978) aplicaron CaCO_3 en dosis de 0, 3, 6, 12 y 24 t ha^{-1} en un suelo de pH 3,4 cultivado con banano y evaluaron los cambios físicos y químicos del suelo, así como la productividad de 3 generaciones del cultivo. Estos autores encontraron que las dosis de 3, 6, 12 y 24 t ha^{-1} modificaron el pH a 4,2, 4,7, 5,9 y 6,7, respectivamente, sin embargo, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de fruta. Un estudio conducido por García *et al.* (1976) encontró solamente una diferencia de 4% en la circunferencia del pseudo tallo en plantas de banano cultivadas en suelos con pH de 4,4 a 8,2, pero esta diferencia no tuvo impacto en los rendimientos. Lo anterior sugiere que la planta de banano es tolerante a un rango amplio de pH en el suelo.

Por otro lado, se han encontrado incrementos en la productividad del banano al aplicar enmiendas magnesianas en suelos ácidos que presentaban contenidos de Mg de 1 $\text{cmol}_{(+)}$ l^{-1} (Caro-Costas *et al.* 1964). Los cantones de Sarapiquí, Pococí y Guácimo en la zona Atlántica Costa Rica se caracterizan por ser de pH bajo y tener contenidos de Ca y Mg de 5,61 y 1,61 $\text{cmol}_{(+)}$ l^{-1} , respectivamente (Lopez & Solís, 1992). Estos suelos podrían responder a enmiendas con Mg

Investigación conducida en soluciones nutritivas con varios cultivares de plátano y uno de banano demostraron que una concentración de 78,5 μM de Al en una solución ácida redujo la absorción de agua entre 30 y 40% con respecto al testigo. En las soluciones sin Al se observaron incrementos en la

absorción de Ca, Mg, K, N-NO_3 , N-NH_4 , mientras que en presencia de Al la absorción de todos estos elementos se redujo, especialmente la del Mg que se redujo en 80% (Rufyikiri *et al.*, 2000, 2001).

El Al compite con el Ca y Mg por los sitios de enlace en la membrana celular, condición que disminuye la absorción del Ca y Mg. La inhibición de la absorción estos dos cationes por el Al se debe a diferentes mecanismos. En el caso del Ca se debe a que el Al bloquea los canales de la membrana plasmática, mientras que la inhibición de la absorción del Mg se debe al bloqueo de la actividad de los transportadores de proteínas (Marschner, 1995). El incremento de la concentración externa de Al disminuye la absorción del Mg y la concentración de éste en diferentes partes de la planta. Se puede prevenir el efecto nocivo del Al en el crecimiento manteniendo altos niveles de Mg en la planta (alta relación Mg/Al), evitando así las deficiencias inducidas de este nutrimento por la presencia del Al (Marschner, 1995). Basándose en lo expuesto por Marschner (1995) y Rufyikiri *et al.* (2001), se puede pensar que el incremento de contenido de Mg en la solución puede llegar a compensar los efectos del Al en las plantas de banano. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de diferentes concentraciones de Mg y diferentes valores de pH en el crecimiento y absorción de nutrimentos por plantas de banano creciendo en solución hidropónica.

2. Materiales y métodos

El experimento se condujo en el Centro de Investigación San Luis de la Compañía Bananera Atlántica (CISL-COBAL), en San Luis, distrito primero del cantón de Guácimo provincia de Limón. El CISL está ubicado a 82 m s. n. m, tiene una temperatura promedio anual de 27 °C y una precipitación anual promedio de 3.970 mm. Se utilizaron plantas provenientes de cultivo de tejidos del clon "Gran Naine" de 7 a 10 cm de altura y con 4 a 5 hojas emitidas que tenían aproximadamente 4 semanas de edad y que estaban listas para iniciar la etapa de "endurecimiento". Las plantas se pusieron a crecer en potes de 20.0 l de capacidad que contenían la solución nutritiva propuesta por Johnson y descrita por Lorenz & Maynard (1988). El volumen de solución nutritiva en cada pote fue de 19.0 l. La concentración de nutrimentos (mg l^{-1}) de la solución base fue: N: 104; P: 33; K: 138; Mg: 25;

Ca 90; S: 35; Fe: 2,6; Cu: 0,1; Zn: 0,3; Mn 1; B 0,3 y Mo: 0,01 y se la cambió dos veces por semana. Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1) 25 mg l⁻¹ de Mg, pH 6; 2) 25 mg l⁻¹ de Mg, pH 4; 3) 50 mg l⁻¹ de Mg, pH 4; 4) 100 mg l⁻¹ de Mg, pH 4; y 5) 200 mg.l⁻¹ de Mg, pH 4. Los tratamientos 1 y 2 sirvieron para evaluar el efecto del pH a una misma concentración de Mg, mientras que los tratamientos del 2 al 5 permitieron evaluar el efecto de las dosis de Mg a un mismo pH del medio. Para suplir el Mg adicional al suministrado en la solución nutritiva base (tratamientos 3, 4 y 5) se preparó una solución madre de 23.75 mg l⁻¹ de Mg con MgSO₄·7H₂O y se adicionaron alícuotas de 20, 60, 140 ml a cada pote. Para lograr pH 6 fue necesario sustituir el 25% del KNO₃ de la solución base con K₂CO₃ y NH₄NO₃, para esto se prepararon soluciones madre de 91.463 mg l⁻¹ de K y 31.688 mg l⁻¹ de N y se adicionaron alícuotas de 5 ml por pote. Se utilizó un diseño irrestricto al azar con 5 repeticiones, cada planta constituyó la unidad experimental respectiva. Al principio y a las 9 semanas de iniciado el experimento se evaluaron las siguientes variables: 1) ritmo de emisión foliar (REF) utilizando la siguiente fórmula: N° de hojas totales emitidas / N° de semanas evaluadas. Al momento de establecer el experimento se marcó la última hoja emitida completamente abierta y se tomó nota del estado de la hoja "candela", a partir de ahí se contaron las hojas emitidas al final de las 9 semanas; 2) índice de incremento en altura (IIA) que se logró midiendo desde la base del cormo hasta la "V" formada entre la última hoja completamente abierta y la hoja candela. El IIA se obtuvo a partir de la fórmula (cm de altura final – cm altura inicial) / N° de semanas evaluadas; 3) área foliar (AF) medida al inicio y final del experimento solamente en las hojas completamente abiertas. Se procedió a dibujar las hojas en papel, luego se recortó el dibujo por el perímetro y se determinó la masa del papel. El área se obtuvo al comparar la masa del dibujo de la hoja contra la masa de un dibujo del mismo tipo de papel de área conocida (400 cm²); 4) producción de biomasa (PB) determinada a las 9 semanas de iniciados los tratamientos. Se dividió la planta en raíz de segundo orden, raíz de primer orden, cormo, pseudo tallo y nervadura (incluye pseudo peciolo) de hojas inferiores y superiores; 5) lámina foliar (LF) de las hojas inferiores y superiores. La división de hojas superiores e inferiores fue arbitraria y se consideró el grupo de hojas superiores a las últimas 5 hojas emitidas (hojas más jóvenes) y el grupo de hojas inferiores a las restantes hojas al momento de la cosecha. Todos estos

tejidos se secaron en estufa a 70 °C hasta alcanzar masa constante. Se calcularon los siguientes índices fisiológicos y parámetros morfológicos de acuerdo a las fórmulas respectivas descritas por Turner (1972), Bertsch (1995) y Rodríguez y Leihner (2006): 1) índice de crecimiento absoluto (ICA) = $(msf - msi) / (t_2 - t_1)$ donde msf=masa seca final, msi= masa seca inicial, t₂=tiempo final, t₁= tiempo inicial; 2) índice de crecimiento relativo (ICR) = $((\ln msf - \ln msi) / (t_2 - t_1))$, (ln=logaritmo natural); 3) índice de crecimiento foliar absoluto (ICFA): $((af_2 - af_1) / (t_2 - t_1))$, (af₂ = área foliar final, af₁ = área foliar inicial); 4) índice de crecimiento foliar relativo (ICFR): $((\ln af_2 - \ln af_1) / (t_2 - t_1))$; 5) tasa de asimilación neta (TAN): $((msf - msi) \times (\ln af_2 - \ln af_1) / (t_2 - t_1) \times (af_2 - af_1))$; 6) relación de área foliar (RAF): (af_2 / msf) ; 6) relación de masa foliar (RMF): $(msfo / msf)$, (msfo = masa seca foliar); 7) área foliar específica (AFE): $(af_2 / msfo)$; 7) razón de masa radicular (RMR): (msr / msf) , (msr = masa seca de raíces); 8) relación de raíces a hojas (RRH): $(msr / mofo)$ y; 9) relación de raíces a parte aérea (RRPA): $(msr / mspa)$, (mspa= masa seca parte aérea).

Debido a que el método de determinación de la biomasa fue destructivo, la masa seca inicial se determinó de manera indirecta, tomando 10 plantas de iguales características a las utilizadas en el experimento en el mismo momento del establecimiento y se determinó la masa fresca y seca para calcular el porcentaje de masa seca por planta. En cada planta se determinó el peso fresco antes de colocarse en el pote respectivo y se asumió que las mismas presentaban igual porcentaje de masa seca que el promedio de las 10 plantas utilizadas en la determinación del porcentaje de masa seca, obteniendo así la masa seca inicial de cada una de las plantas usadas en cada tratamiento. Al momento de la cosecha se determinó la concentración de nutrientes en los diferentes órganos de la planta. El análisis químico se realizó por el método de digestión húmeda (Westerman, 1990), el material seco de cada tejido de la planta fue molido y se hizo una digestión con ácido nítrico y se determinaron los contenidos de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, y B por espectrometría de emisión de plasma, el N se determinó por el método de combustión en seco (Dumas) en analizador automático de N (Westerman, 1990). El análisis de la conductividad eléctrica se realizó por el método del puente eléctrico, utilizándose un conductímetro marca Beckman Instruments, Inc. Modelo RC-16C, el cual fue calibrado con una solución KCl

0,01M (Westerman, 1990). La absorción total de nutrientes se calculó multiplicando la concentración de cada nutriente por la masa seca de los diferentes componentes de la biomasa y se realizó la sumatoria para obtener la absorción total.

El consumo de agua se determinó aforando los potes a 19 litros con solución nutritiva, se determinó la masa del pote + solución nutritiva al inicio y final de cada ciclo de sustitución (3 y 4 días) y la diferencia de masa correspondió al consumo de agua en litros por la planta en dicho período. El consumo total de agua se obtuvo a partir de la sumatoria de agua consumida en cada ciclo de sustitución de la solución nutritiva. El pH de la solución se midió con el método del potenciómetro (Westerman, 1990) y se controló cada 24 horas y se ajustó siempre que la lectura presentara una desviación de -0,17 y + 0,3 de unidad de pH mediante la adición de KOH 0,5M y HCl concentrado, según fuera el caso.

Para el análisis estadístico se utilizó el modelo lineal general (GLM) procedimiento del programa S.A.S versión 8.1 (análisis de varianza) y pruebas de contraste. Se consideraron las diferencias significativas a valores de $p \leq 0,05$, la separación de medias se realizó por la prueba de diferencia mínima significativa.

3. Resultados y discusión

3.1. Efecto de la concentración del H_3O^+ y Mg en la absorción de solución nutritiva

El consumo de solución nutritiva por la planta a lo largo del ensayo no fue afectado por la concentración de H_3O^+ (pH 4 y 6), pero sí se afectó por el incremento en la concentración de Mg en la solución. El consumo de solución nutritiva se redujo significativamente con la dosis de 200 mg l⁻¹ de Mg (Tabla 1). El menor consumo de solución nutritiva por las plantas con la mayor concentración de Mg fue el primer efecto detectado. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las plantas con menor dosis de Mg (25 mg l⁻¹) y las con la dosis mayor (200 mg l⁻¹) desde el inicio de la evaluación. El consumo de solución nutritiva con la dosis de 100 mg l⁻¹ fue estadísticamente diferente del consumo con la dosis menor (25 mg l⁻¹) a partir del día 31. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre la dosis de 25 y 50 mg l⁻¹. El consumo de solución nutritiva por las plantas fue inverso a la concentración de Mg (Figura 1), debido probablemente al aumento de conductividad eléctrica de la solución nutritiva al incrementar la concentración de Mg, condición que ocasionó un menor consumo por parte de la planta, coincidiendo con los resultados encontrados por De Oliveira *et al.* (2000).

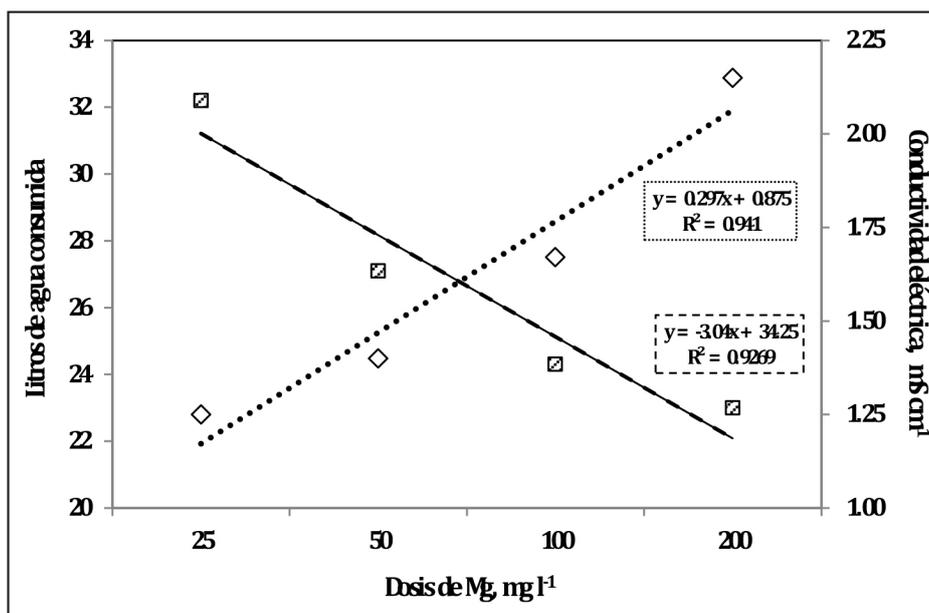


Figura 1. Relación entre la solución nutritiva consumida (litros) y la conductividad eléctrica (CE) de la solución en función a la concentración de Mg en la solución hidropónica.

Tabla 1. Efecto de la concentración de H_3O^+ y del Mg en el consumo de solución nutritiva de las plantas de banano.

		TRATAMIENTOS					Probabilidad > F		
		1	2	3	4	5			
							Efecto concentración	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
		Mg, $mg\ l^{-1}$	25	25	50	100	200	H_3O^+	
Nº días	pH	6	4	4	4	4	T1-T2	T2, 3, 4, 5	T2, 3, 4, 5
Litros solución absorbida por planta									
3		0,36 ab	0,37 a	0,36 ab	0,32 ab	0,26 b	ns	0,0314	ns
7		0,77 ab	0,38 a	0,80 ab	0,75 ab	0,60 b	ns	0,0320	ns
10		1,00 ab	1,23 a	1,06 ab	1,05 ab	0,81 b	ns	0,0308	ns
14		1,60 ab	2,05 a	1,60 ab	1,64 ab	1,28 b	ns	0,0282	ns
17		2,05 ab	2,50 a	2,03 ab	2,06 ab	1,60 b	ns	0,0205	ns
21		2,64 ab	2,92 a	2,56 ab	2,43 ab	1,95 b	ns	0,0172	ns
24		3,08 a	3,31 a	2,90 ab	2,71 ab	2,19 b	ns	0,0085	ns
28		4,04 a	4,07 a	3,58 ab	3,31 ab	2,64 b	ns	0,0027	ns
31		4,86 a	4,87 a	4,30 ab	3,96 ab	3,17 c	ns	0,0013	ns
35		5,99 a	6,05 a	5,33 ab	4,92 b	3,94 c	ns	0,0007	ns
38		6,95 a	7,00 a	6,19 ab	5,69 b	4,58 c	ns	0,0007	ns
42		8,76 a	8,79 a	7,78 ab	7,12 b	5,73 c	ns	0,0005	ns
45		11,00 a	11, 13 a	9,78 ab	8,99 b	7,16 c	ns	0,0004	ns
49		13,83 a	13,84 a	12,02 ab	11,08 b	8,63 c	ns	0,0001	ns
52		16,39 a	16,56 a	14,28 ab	13,20 b	10,21 c	ns	0,0001	ns
56		19,70 a	19,77 a	18,30 ab	16,35 b	13,34 c	ns	<0,0001	ns
59		24,74 a	24,71 a	22,73 ab	20,03 b	16,40 c	ns	<0,0001	ns
63		30,94 a	32,64 a	29,45 ab	26,69 b	21,46 c	ns	<0,0001	ns

Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5%; ns = no significativo.z

3.2. Efecto de la concentración del H_3O^+ y Mg en la solución hidropónica en el crecimiento total de la planta

Los resultados indican que las dos concentraciones de H_3O^+ (1×10^{-4} M y 1×10^{-6} M) con la misma concentración de Mg (25 mg l^{-1}) no afectaron la producción de biomasa, la altura de planta, el ritmo de emisión foliar, el número de hojas a cosecha, el área foliar, la circunferencia en la base del pseudo tallo y número de brotes (hijos) emitidos (Tabla 2). Por otro lado, el incremento en la concentración de Mg causó un efecto lineal negativo en la producción de biomasa, la altura de la planta, la circunferencia en la base del pseudo tallo, el número de brotes emitidos (hijos) y el área foliar (Tabla 2). Es probable que la menor absorción de agua por las plantas se debiera al incremento en la concentración de Mg y su consecuente efecto en la conductividad eléctrica. Esto podría ser la causa de la reducción del área foliar, que a su vez afectó el comportamiento del crecimiento vegetativo, debido a que una menor área foliar produce una menor cantidad de fotoasimilados. Se conoce que el banano responde al déficit de agua con la reducción del tamaño de la hoja y la reducción en la distancia entre pseudo pecíolos (Turner, 1972; Turner &

Lahav, 1983). También se ha observado una menor absorción de agua por plantas de banano al adicionar Al a la solución nutritiva, en consecuencia se reduce el área foliar, la altura de la planta y la distancia entre pseudo pecíolos (Rufyikiri *et al.*, 2001).

El incremento en la concentración de Mg de 25 a 50 mg l^{-1} afectó significativamente al número de hojas al momento de finalizar el experimento, posiblemente debido a que el incremento en concentración de Mg aumenta su absorción en toda la planta (Figura 2), particularmente en las hojas inferiores de mayor edad lo que evita la senescencia prematura que ocurre cuando no hay suficiente Mg para redistribución de las hojas viejas a las nuevas. El número de hojas disminuyó con la utilización de dosis de Mg mayores de 100 mg l^{-1} probablemente debido al efecto del incremento de la conductividad eléctrica de la solución sobre las variables de crecimiento de la planta. El Mg es muy móvil en el floema y se puede translocar desde las hojas más viejas a las más jóvenes o a los ápices en tiempos cortos (días), lo que permite que la planta no detenga su crecimiento y la redistribución de Mg de las hojas viejas a las nuevas favorece la senescencia normal de las hojas más viejas (Schimansky, 1973; Steucek & Koontz, 1970).

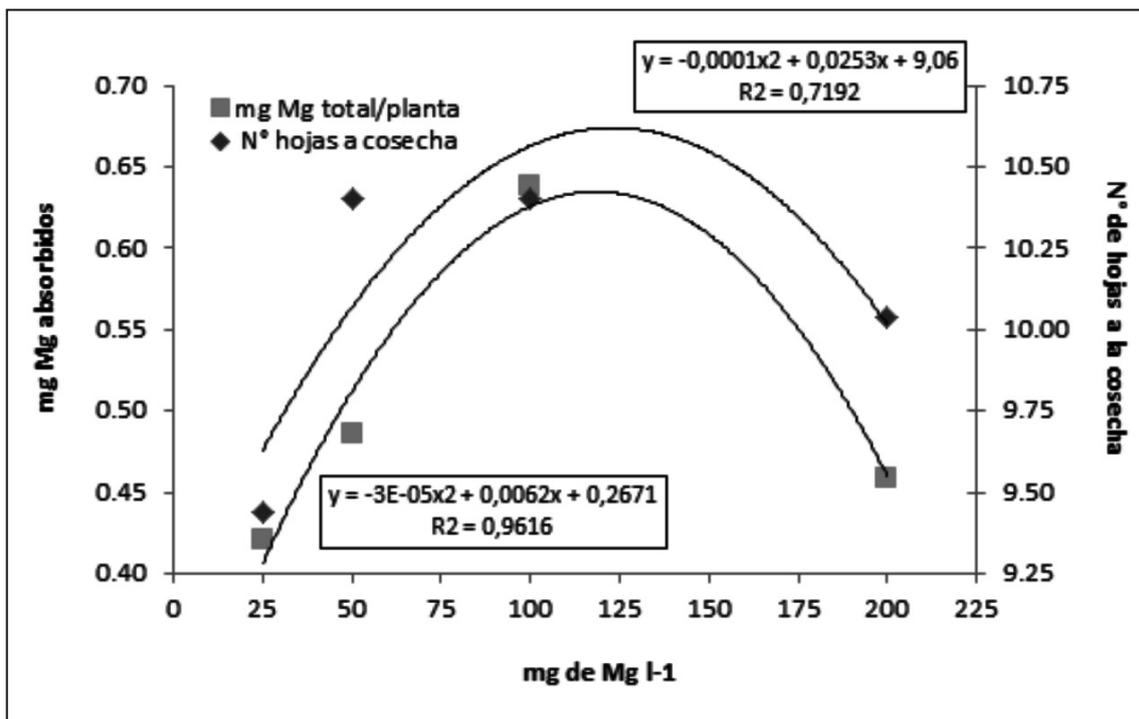


Figura 2. Relación entre el número de hojas a la cosecha del experimento, con la cantidad total de Mg absorbido por la planta, según la concentración de Mg de la solución nutritiva.

Tabla 2. Efecto de la concentración de H_3O^+ y del Mg en el consumo de solución nutritiva de las plantas de banano.

Variable	TRATAMIENTOS					Probabilidad > F		
	1	2	3	4	5	Efecto concentración H_3O^+	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
	Mg, $mg\ l^{-1}$	25	25	50	100			
pH	6	4	4	4	4	T1-T2	T2,3,4,5	T2,3,4,5
m.s.f (g)	141,73 a	153,91 a	140,26 a	128,12 a	83,93 b	ns	<0,0001	ns
a.f. (cm)	70,10 ab	74,40 a	70,10 ab	65,60 b	55,60 c	ns	<0,0001	ns
r.e.f. (h sem ¹)	1,09 a	1,10 a	1,07 a	0,97 a	0,92 a	ns	ns	ns
n.h.c.	99,66 b	9,44 b	10,40 a	10,40 a	10,04 ab	ns	ns	0,0226
ar. fol. (cm ²)	12213 a	13912 a	13230 a	11948 a	83,55 b	ns	<0,0001	ns
c.b. pt (cm)	21,93 ab	23,70 a	21,28 ab	22,70 ab	20,32 b	ns	<0,0001	ns
n.b.e. "hijos"	2,40 a	2,60 a	2,2 ab	2,20 ab	1,00 b	ns	<0,0001	ns

m.s.f (masa seca final); *a.f* (altura final); *r.e.f.* (ritmo de emisión foliar; hojas por semana); *n.h.c* (número de hojas a cosecha); *c.b. p.t.* (circunferencia base del pseudo tallo); *n.b.e* (número de brotes emitidos).

Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5%; ns = no significativo.

3.3. Efecto de la concentración del H_3O^+ y Mg en los índices de crecimiento y parámetros morfológicos

En general, la tendencia de comportamiento de los índices de crecimiento fue la misma a la observada con los valores absolutos de las variables de crecimiento, la concentración de H_3O^+ a pH 4 y 6 no afectó los índices fisiológicos IIA, ICA, ICR, ICFA, ICFR y TAN (Tabla 3). Por otro lado, el incremento del contenido de Mg en la solución nutritiva afectó de forma negativa los índices fisiológicos, a excep-

ción del TAN, debido a que hubo una menor absorción de agua conforme se incrementó el Mg en la solución, lo que redujo el área foliar y provocó una menor producción de materia seca.

Los parámetros morfológicos RAF, RMF, AFE, RMR, RRH y RRPA no cambiaron por efecto de la concentración de H_3O^+ (Tabla 3), probablemente debido a un efecto compensatorio en las relaciones (al disminuir el valor del numerador también disminuye el del denominador de la relación y viceversa), de esta forma los cocientes obtenidos

resultaron iguales para los diferentes tratamientos. El incremento de la concentración de Mg afectó solamente los parámetros RMR y RRPA en forma

lineal y positiva, debido probablemente a la menor producción de materia seca aérea cuando se incrementó el Mg en la solución.

Tabla 3. Efecto de la concentración del H_3O^+ y Mg en los índices fisiológicos y parámetros morfológicos.

Variable	TRATAMIENTOS					Probabilidad > F			
		1	2	3	4	5	Efecto concentración H_3O^+	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
	Mg, $mg\ l^{-1}$	25	25	50	100	200			
pH	6	4	4	4	4	T1-T2	T2, 3, 4, 5	T2, 3, 4, 5	
IIA (cm semana ⁻¹)		6,20 ab	6,82 a	6,41 ab	5,97 bc	5,20 c	ns	<0,0001	ns
ICA (g semana ⁻¹)		14,53 a	15,56 a	14,19 a	12,95 a	8,98 b	ns	<0,0001	ns
ICR (g g semana ⁻¹)		0,56 ab	0,58 a	0,59 a	0,57 ab	0,55 b	ns	0,005	ns
ICFA (cm ² semana ⁻¹)		1245 a	14,01 a	1331 a	1202 a	888 a	ns	<0,0001	ns
ICFR (cm ² cm ⁻² semana ⁻¹)		0,48 ab	0,49 a	0,49 ab	0,48 ab	0,47 b	ns	0,0292	ns
TAN (cm ² cm ⁻² semana ⁻¹)		0,0055 a	0,005 a	0,0052 ab	0,0052 a	0,0047 b	ns	ns	ns
RAF (cm ² g ⁻¹)		86,40 b	90,57 ab	94,06 ab	93,11 ab	99,62 a	ns	ns	ns
RMF (g g ⁻¹)		0,52 a	0,49 a	0,50 a	0,50 a	0,152 a	ns	ns	ns
AFE (cm ² g ⁻¹)		167,32 b	184,61 ab	188,98 a	194,44 a	194,44 a	ns	ns	ns
RMR (g g ⁻¹)		0,13 b	0,14 b	0,15 ab	0,17 a	0,17 a	ns	0,0095	ns
RRH (g g ⁻¹)		0,32 b	0,35 ab	0,37 ab	0,40 a	0,40 a	ns	ns	ns
RRPA (g g ⁻¹)		0,15 b	0,16 b	0,17 b	0,20 a	0,20 a	ns	0,0084	ns

IIA (índice de incremento de altura); ICA (índice de crecimiento absoluto); ICR (índice de crecimiento relativo); ICFA (índice de crecimiento foliar absoluto); ICFR (índice de crecimiento foliar relativo); TAN (tasa de asimilación neta); RAF (razón de área foliar); RMF (razón de masa foliar); AFE (área foliar específica); RMR (razón de masa radicular); RRH (relación raíces a hojas); RRPA (relación raíces a parte aérea). Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5%; ns = no significativo.

3.4. Efecto de la concentración del H_3O^+ y Mg en la producción de biomasa en las diferentes partes de la planta

La mayor concentración de H_3O^+ no afectó el crecimiento de las raíces, cormo, pseudo tallo, láminas foliares y nervaduras de hojas (Tabla 4). Sin embargo, el incremento de la dosis de Mg afectó en forma lineal y negativa estos compartimentos de acumulación de biomasa, a excepción de las raíces de segundo orden (finas) que mostraron un efecto cuadrático positivo. El efecto negativo del aumento de la concentración de Mg sobre la producción de materia seca en las diferentes partes de la planta puede deberse a la menor absorción de agua por la planta (Figura 1), lo que redujo el área foliar (Tabla 2), reduciendo de esta forma la producción de materia seca.

3.5. Efecto de la concentración del H_3O^+ y Mg en la absorción de macronutrimentos

La concentración de H_3O^+ (T1 vs T2) no afectó significativamente la absorción de N. Por otro lado, la absorción de N se redujo significativamente con la dosis de 200 mg l⁻¹ de Mg con respecto al resto de los tratamientos con Mg. Esto es consecuencia de la disminución significativa de la producción de biomasa con la misma dosis de Mg, conociendo que la absorción de nutrimentos está directamente relacionada con el peso de la planta.

El pH de solución nutritiva afectó la absorción de P. Se encontró que a pH 6 la absorción de P fue menor que a pH 4, probablemente por la preferencia de la planta por $H_2PO_4^-$, especie que se hace más abundante a medida que se reduce el pH. La alta concentración de H_3O^+ a pH menor de 5 hace que el $H_2PO_4^-$ sea la especie dominante P (Fassbender & Bornemisza, 1987; Mengel & Kirkby, 2000; Sánchez, 2007). Solamente la dosis mayor Mg (200 mg l⁻¹) afectó la absorción del P, debido a la significativa reducción en el peso de la materia seca. En las dosis intermedias de Mg, el conocido sinergismo entre el Mg-P (Gil, 1995; Lahav & Turner, 1992; Villalobos & Killorn, 2001) promovió la mejor absorción del P a

pesar de la tendencia de menor producción materia seca conforme se incrementa el Mg en la solución (Tabla 5).

El comportamiento del K y Ca fue similar al del N, la concentración del H_3O^+ no afectó la absorción de K ó Ca. Sin embargo, al comparar la dosis mayor de Mg con la dosis menor se observó que el incremento de la concentración de Mg promovido por la mayor acumulación de biomasa con la dosis alta de Mg disminuyó la absorción de K hasta en 40% y las de Ca hasta 81%. La reducción en la absorción de K y Ca absorbidos al aumentar el Mg se debió, además de la reducción de la biomasa producida, posiblemente también al antagonismo en absorción entre cationes (K-Mg y Ca-Mg) (Grimme *et al.*, 1974; Lacoeyllhe & Martin-Prevel, 1971; Lahav, 1974; Lahav & Turner, 1992; Marschner, 1995; Scharrer & Jung, 1955).

La magnitud de la reducción en la absorción de K por la planta (40%) en comparación con el Ca (81%) al aumentar el contenido de Mg en la solución nutritiva confirma la preferencia de la planta de banano por el K, esta situación, unida al hecho de que la absorción del Ca es únicamente pasiva por flujo de masas (Marschner, 1995; Mengel & Kirkby, 2000) y que la cantidad de H_2O absorbida fue menor al incrementar el Mg, explicarían porque la absorción de Ca fue más afectada que la del K al incrementarse el Mg en la solución nutritiva.

La absorción de Mg tampoco fue afectada por la concentración del ión H_3O^+ , confirmando que la disminución de la absorción de Mg no se debe a la mayor concentración H_3O^+ en la solución (Tabla 6) (Grimme, 1983). Este mismo autor señala que el Al^{+3} es el responsable de la reducción en la absorción del Mg cuando el pH del suelo es bajo. Por otro lado, como era de esperarse, el efecto de las dosis de Mg sobre la absorción de este nutrimento al incrementarse el contenido de Mg en la solución incrementa su absorción, pero a su vez se reprime la absorción de otros nutrimentos, en especial Ca y K, debido al antagonismo de estos cationes con el Mg.

Tabla 4. Efecto de la concentración de H₃O⁺ y del Mg en la biomasa producida por las diferentes partes de la planta.

Variables	TRATAMIENTOS					Probabilidad > F			
		1	2	3	4	5			
	Mg, mg l ⁻¹	25	25	50	100	200	Efecto toxicidad H ₃ O ⁺	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
pH	6	4	4	4	4	T1-T2	T 2, 3, 4, 5	T 2, 3, 4, 5	
r.s.o.		5,7 a	5,9 a	6,2 a	6,5 a	4,2 b	ns	0,0029	0,0122
r.p.o.		12,9 a	15,4 ab	14,4 a	15,0 a	9,7 b	ns	0,0095	ns
Cormo		15,8 a	16,5 a	15,0 a	12,3 a	6,9 b	ns	< 0,0001	ns
ps. tallo		34,2 a	40,4 ab	34,6 ab	30,8 a	19,8 c	ns	< 0,0001	ns
Ner. hojas inf.		2,5 a	2,6 a	2,6 a	2,1 ab	1,4 d	ns	0,0019	ns
Ner. hojas sup.		11,8 a	13,0 ab	11,6 ab	10,0 b	7,2 c	ns	< 0,0001	ns
lámina hojas inf.		10,6 a	12,1 a	11,7 a	11,2 a	6,8 b	ns	< 0,0001	ns
lámina hojas sup.		48,1 a	48,2 a	44,2 a	40,2 a	27,9 b	ns	< 0,0001	ns
Planta total		141,7 a	153,9 a	140,3 a	128,1 a	83,9 b	ns	< 0,0001	ns

r.s.o. (raíz de segundo orden); r.p.o. (raíz de primer orden), ps. (pseudo), nev. (nervada), inf. (inferiores), sup. (superiores). Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5%; ns = no significativo.

La concentración del H_3O^+ no afectó la asimilación del S por la planta, pero sí afectó la absorción de Fe que fue mayor a pH 4, debido a que la disponibilidad de Fe para las plantas aumenta a pH ácido (Marschner, 1995; Mengel & Kirkby, 2000). Al incrementarse el pH en una unidad, la actividad del Fe en solución disminuye 1.000 veces y a pH 7,4 se alcanza el mínimo de solubilidad del Fe (Lindsay & Schawab, 1982). La absorción de Cu, al igual que del Fe, aumentó a mayor concentración de H_3O^+ , mientras que el pH no afectó la absorción de Zn. La absorción del Mn fue inversa a la de la absorción de Fe, posiblemente de-

bido al antagonismo existente entre ambos (Lindsay & Schawab, 1982; Lindsay, 1972; Marschner, 1995; Mengel & Kirkby, 2000). Se ha reportado que el nivel de Mg en el medio nutritivo influye en la absorción de Mn y que al incrementar el Mg es posible evitar la toxicidad del Mn (Maas *et al.*, 1969). La absorción de B no se afectó con la concentración del H_3O^+ , pero la concentración de Mg sí la afectó, observándose un efecto cuadrático positivo, lo que sugiere un sinergismo entre B-Mg a pesar de la reducción en la acumulación de la materia seca cuando se incrementó el contenido de Mg en la solución (Tabla 6).

Tabla 5. Efecto de la concentración del H_3O^+ y Mg en la absorción de nutrientes por planta de banano.

Nutriente	TRATAMIENTOS					Probabilidad > F			
		1	2	3	4	5	Efecto concentración	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
	Mg, $mg\ l^{-1}$	25	25	50	100	200			
pH	6	4	4	4	4	T1-T2	T2, 3, 4, 5	T2, 3, 4, 5	
N (g)		5,97 ab	6,46 a	5,60 ab	5,32 b	3,70 c	ns	< 0,0001	ns
P (g)		0,69 c	0,84 ab	0,80 abc	0,88 a	0,71 bc	0,0496	0,0421	ns
K (g)		11,70 a	12,16 a	10,42 ab	9,67 b	7,14 c	ns	< 0,0001	ns
Ca (g)		1,45 a	1,73 a	1,29 b	0,86 c	0,33 d	ns	< 0,0001	0,0289
Mg (g)		0,38 b	0,42 b	0,49 b	0,64 a	0,46 b	ns	ns	0,0041
S (g)		0,36 a	0,41 a	0,35 ab	0,38 a	0,25 b	ns	0,0003	ns
Fe (mg)		223 c	465 b	581 b	780 a	743 a	0,0033	< 0,0001	0,0011
Cu (mg)		2,76 b	3,98 a	2,80 b	2,23 bc	1,68 c	0,0103	< 0,0001	0,002
Zn (mg)		12,49 ab	14,22 a	9,46 bc	7,11 c	3,79 d	ns	< 0,0001	0,0080
Mn (mg)		73 a	42 b	31 bc	24 c	11 d	< 0,0001	< 0,0001	0,0008
B (mg)		4 c	6 bc	7 ab	9 a	7 ab	ns	ns	0,0150

Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5%; ns = no significativo.

Tabla 6. Efecto de la concentración del H₃O⁺ y Mg en la absorción del Mg por las diferentes partes de la planta.

Variable	TRATAMIENTOS					Probabilidad > F				
		1	2	3	4	5				
	Mg, mg l ⁻¹	25	25	50	100	200	Efecto toxicidad H ⁺	Efecto Mg toxicidad H ⁺		
pH	6	4	4	4	4	4	T1-T2	Lineal	Cuadrático	
		Mg en la biomasa (g)								
r.s.o.		0,04 a	0,03 a	0,04 a	0,04 a	0,01 b	ns	0,0023	0,0508	
r.p.o.		0,05 a	0,04 ab	0,04 a	0,05 a	0,03 b	ns	0,0511	0,0363	
Cormo		0,04 b	0,05 a	0,05 ab	0,07 a	0,04 b	ns	ns	0,0127	
ps. tallo		0,06 b	0,08 b	0,10 ab	0,14 a	0,06 b	ns	ns	0,0142	
Ner. hojas inf.		0,0024 b	0,0025 b	0,0037 ab	0,0050 ab	0,0054 a	ns	0,0477	ns	
Ner. hojas sup.		0,01 c	0,02 bc	0,02 a	0,02 ab	0,02 ab	ns	ns	0,0176	
l. hojas inf.		0,03 c	0,04 bc	0,06 b	0,095 a	0,095 a	ns	0,0002	0,1900	
l. hojas sup.		0,15 b	0,15 b	0,17 ab	0,22 a	0,21 a	ns	0,0374	ns	
Planta total		0,38 b	0,42 b	0,49 b	0,64 a	0,46 b	ns	ns	0,0411	

Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5%; ns = no significativo.

4. Conclusiones

La concentración de H_3O^+ en la solución no afectó la absorción de agua ni el crecimiento de la planta de banano, lo que se reflejó en valores iguales en las variables de crecimiento vegetativo. El incremento de la concentración de Mg en la solución nutritiva afectó las variables de crecimiento, el efecto fue principalmente lineal y negativo. El número de hojas a cosecha y la biomasa de raíces de segundo orden fueron las únicas variables de las evaluadas en las cuales la dosis de Mg generó un efecto positivo de tipo cuadrático. El ritmo de emisión foliar no fue afectado por las concentraciones de H_3O^+ y Mg, mientras que el área foliar solo fue afectada en forma negativa por el incremento de la dosis de Mg. El incremento de la dosis de Mg produjo una disminución en la magnitud de las

variables de crecimiento, debido al incremento de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva, que ocasionó una menor absorción de agua por las plantas de los tratamientos con las dosis más altas de Mg. La absorción del N, K, Ca, Mg, S, Zn y B fue similar en las diferentes concentraciones de H_3O^+ evaluadas. El P, Fe y Cu fueron absorbidos en mayor cantidad por las plantas que crecieron en la solución con mayor concentración de H_3O^+ (pH 4), mientras que el Mn se absorbió en menor cantidad en esta misma concentración. Se considera que los efectos del incremento de la concentración del Mg en las variables de crecimiento y absorción de nutrimentos se debió a la asociación de diferentes factores que están interrelacionados, entre otros, menor consumo de agua, menor absorción de nutrimentos y menor área foliar que finalmente promovieron una menor producción de materia seca.

Referencias

- Ayarza, M. A., & Salinas, J. G. (1982). Estudio comparativo de la tolerancia al aluminio en tres leguminosas forrajeras. *Suelos Ecuatoriales*, 12(1), 110-126.
- Bache, B. W. (1985). Soil acidification and aluminium mobility. *Soil use and management*, 1(1), 10-13.
- Baligar, V. C., Beaver, W. V., & Ahlrichs, J. L. (1988). *Nature and distribution of acid soils in the world*. Paper presented at the Workshop to development a strategy for collaborative research and dissemination of technology in sustainable crop production in acid savannas and other problem soils of the world, Indiana, USA.
- Barber, S. A. (1995). *Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach*. John Wiley & Sons.
- Bertsch, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica: ACCS.
- Buol, S., Hole, F., & McCraken, R. (1989). *Soil genesis and classification* (3rd ed.). Ames, USA: Iowa State University Press.
- Carvajal, J., López, C., & Acevedo, A. (1963). Efecto del sustrato en el crecimiento y absorción del café. *Biología Tropical*, 11(2), 141-155.
- Champion, J., Dugain, F., Maiguien, R., & Dommergues, Y. (1958). Les sols de bananeraies et leur amélioration en Guinée. *Fruits*, 13, 415-462.
- De Oliveira, S., Coelho, E., & Borges, A. (2000). Irrigação e fertirrigação. In Z. J. Cordeiro (Ed.), *Banana: produção, aspectos técnicos*. Brasília, Brasil: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia.
- Delvaux, B. (1995). Soils. In S. Gowen (Ed.), *Bananas and plantains* (pp. 230-257). Londres, Inglaterra: Chapman & Hall.
- Evers, F. (1963). Effect of ammonium and nitrate nitrogen on growth and mineral content of Picea and Populus. I. Growth at different acidity levels and Ca concentration in the nutrient medium. *Z. f. Bot. Ges.*, 51, 61-79.
- Fassbender, H., & Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina* (2^{da} ed.). San José, Costa Rica: IICA.

- Flores, C. (1996). Pérdidas de cationes y aniones en los suelos bananeros de la zona atlántica de Costa Rica. *Informe Anual 1995* (pp. 13-17). San José, Costa Rica: CORBANA, Dirección de Investigaciones y Servicios Agrícolas.
- Foy, C. D. (1984). Physiological effects of hydrogen, aluminium and manganese toxicities in acid soils. In F. Adams (Ed.), *Soil Acidity and Liming* (2^{da} ed., pp. 57-97). Madison, Wisconsin: ASA.
- García, V., Díaz, A., Fernández, C., & Robles, J. (1976). Factores que afectan la asimilación del potasio en los suelos de plátanos de Tenerife. *Agrochimica*, 12, 1-7.
- Gil, F. (1995). *Elementos de fisiología vegetal*. Madrid, España: Mundi Prensa.
- Godefroy, J., Lassoudière, A., Lossois, P., & Pénel, J. (1978). Action du chaulage sur les caractéristiques physico-chimiques et la productivité d'un sol tourbeux en culture bananière. *Fruits*, 33, 77-90.
- Grimme, H. (1983). Aluminium induced magnesium deficiency in oats. *Pflanzenernährung Bodenkunde Germany*, 146, 666-676.
- Grimme, H., von Braunschweig, L. C., & Nemeth, K. (1974). Potassium, calcium, and magnesium interactions as related to cation uptake and yield. *Landw. Forsch. Germany*, 30(2), 93-110.
- Klapp, E. (1951). *Textbook of Husbandry and Crop Science* (3rd ed.). Berlin, Germany: Parey-Verlag.
- Lacoeuilhe, J., & Martin-Prevel, P. (1971). Culture sur milieu artificiel. Carence en K, Ca, Mg, chez le bananier: analyse foliaire. *Fruits*, 26(243-253).
- Lahav, E. (1974). The influence of potassium on the content of macro-elements in the banana sucker. *Agrochimica*, 18, 194-204.
- Lahav, E., & Turner, D. (1992). *Fertilización del banano para rendimientos altos* (2^{da} ed.). Berna, Suiza: International Potash Institute.
- Lindsay, W., & Schawab, A. (1982). The chemistry of iron in soils and its availability to plants. *Journal Plant Nutrition*, 5, 821-840.
- Lindsay, W. L. (1972). Inorganic phase equilibria of micronutrients in soils. In J. Morvedt (Ed.), *Micronutrient in agriculture* (2nd ed., pp. 41-75). Madison, USA: Soil Sci. Soc. America.
- Lopez, A., & Solís, P. (1992). Contenidos e interacciones de los nutrientes en tres zonas bananeras de Costa Rica. *CORBANA*, 15(36), 25-32.
- Lorenz, O., & Maynard, D. (1988). *Knotts handbook for vegetable growers* (3rd ed.). New York, USA: Wiley.
- Maas, E., Moore, D., & Mason, B. (1969). Influence of calcium and magnesium on manganese absorption. *Plant physiology*, 44, 796-800.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants* (2nd ed.). Londres, England: Academic Press.
- Martin-prevel, P. (1980). La nutrition minerale du bananier dans le monde. *Fruits*, 35, 583-593.
- Matsumoto, H. (2002). Plant root under aluminium stress: toxicity and tolerance. In Y. Waisel, A. Eshel, & U. Kafkafi (Eds.), *Plant Roots* (3rd ed., pp. 821-838). New York, USA: Hidden Half.
- Mengel, K., & Kirkby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal* (4^{ta} ed.). Berna, Suiza: International Potash Institute.
- Miyasaka, S. C., Hue, N. V., & Dunn, M. A. (2007). Aluminium. In A. V. Baker & D. J. Pilbeam (Eds.), *Handbook on plant nutrition* (pp. 439-498). Florida, USA: CRC Press.
- Molina, E. (1998). *Encalado para la corrección de la acidez del suelo*. San José, Costa Rica: ACCS.
- Robinson, J. C. (1996). *Bananas and plantains*. Oxon, Inglaterra: W.K.Kellogg.
- Rorison, I. (1980). The effects of the soil acidity on nutrient availability and plant response. In T. Hutchinson & M. Havas (Eds.), *Effects of acid precipitation on terrestrial ecosystems* (pp. 283-304). New York, USA: Plenum Press.

- Rufyikiri, G., Nootens, D., Dufey, E., & Delvaux, B. (2000). Effect of aluminium on bananas (*Musa* ssp.) cultivated in acid solutions, Part I, Plant growth and chemical composition. *Fruits*, 55(6), 367-379.
- Rufyikiri, G., Nootens, D., Dufey, E., & Delvaux, B. (2001). Effect of aluminium on bananas (*Musa* ssp.) cultivated in acid solutions, Part II, Water and Nutrient uptake. *Fruits*, 56(6), 5-16.
- Sanchez, C. A. (2007). Phosphorus. In A. V. Baker & D. J. Pilbeam (Eds.), *Handbook on plant nutrition* (pp. 51-90). Boca Raton, USA: CRC Press.
- Scharrer, K., & Jung, J. (1955). The influence of nutrition on the cation / anion ratio in plants. *Pflanzenernähr. Düng. Bodenk*, 7, 76-94.
- Schimansky, C. (1973). Investigations into the translocation of magnesium (Mg 28) in sunflowers. *Pflanzenernähr. Düng. Bodenk*, 136, 68-81.
- Serrano, E. (2003). *Acidificación de los suelos bananeros de Costa Rica y su relación con la toxicidad de aluminio en las raíces del cultivo de banano*. Paper presented at the Simposio Internacional del Sistema Radical del Banano: hacia un mejor conocimiento para su manejo productivo, San José, Costa Rica.
- Steucek, C., & Koontz, H. (1970). Phloem mobility of magnesium. *Plant physiology*, 46, 50-52.
- Stover, R. H., & Simmonds, N. W. (1987). *Bananas* (3rd ed.). New York, USA: Wiley.
- Turner, D. (1972). Banana plant growth. 1. Gross morphology. 2. Dry matter production leaf area and growth analysis. *Australian Journal Experimental Agric Anim. Husb.*, 12(209-224).
- Turner, D., & Lahav, E. (1983). The growth of banana plants in relation to temperature. *Australian Journal Plant Physiology*, 10(1), 43-53.
- Villalobos, E., & Killorn, R. (2001). Nutrición mineral. In E. Villalobos (Ed.), *Fisiología de la producción de los cultivos tropicales* (pp. 161-196.). San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Westerman, R. L. (1990). *Soil Testing and Plant Analysis* (3rd ed.). Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America.
- Zapata, R. (2004). *Química de la acidez del suelo*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Efecto del Mg y pH en la reducción de la toxicidad de Al en plantas de banano cultivadas en solución hidropónica

Mg and pH effect on reducing Al toxicity in banana plants grown in hydroponic solution

Hernán Sancho¹, Eloy Molina²

¹Consultor en Suelos, San José, Costa Rica.

²Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Resumen

Se condujo un ensayo para evaluar la toxicidad del Al en el crecimiento y absorción de agua y nutrientes en plantas de banano y el efecto del Mg y el pH en la toxicidad del Al. Los tratamientos fueron cuatro dosis de Mg (25, 50, 100, 200 mg l⁻¹) y dos dosis de Al (0 y 25 mg.l⁻¹) a tres diferentes valores de pH de manera que la combinación de dosis de Mg-Al y pH produjo los siguientes tratamientos 1) 25-0 pH 4; 2) 25-25 pH 3; 3) 50-25 pH 3; 4) 100-25 pH 3; 5) 200-25 pH 3; 6) 25-25 pH 5. Se utilizaron plantas provenientes de cultivo de tejidos del clon “Gran Naine” que se pusieron a crecer por 63 días en solución nutritiva en potes de 20 l de capacidad. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, circunferencia de pseudo tallo, producción de biomasa, ritmo de emisión foliar, área foliar y absorción de nutrientes. El Al redujo el valor de todas las variables de crecimiento con excepción del ritmo de emisión foliar. La dosis de 50 mg l⁻¹ de Mg disminuyó parcialmente el efecto de la toxicidad del Al en la altura de planta y circunferencia de pseudo tallo. Dosis más altas de Mg presentaron resultados similares a 25 mg l⁻¹. El Al afectó la biomasa total, principalmente la de las raíces de primer orden, pero al subir el Mg disminuyó parcialmente este efecto. El Al disminuyó la absorción de agua, pero la dosis de 50 mg l⁻¹ de Mg disminuyó levemente el efecto del Al en esta variable. La toxicidad de Al se redujo al aumentar el pH de 3 a 5. El Al redujo la producción de biomasa en 65%, mientras la absorción total de nutrientes disminuyó entre 56 y 89%. El orden de reducción del contenido de los macronutrientes en los tejidos fue Mg>Ca>S>N>K>P y el de los micronutrientes fue Fe>Mn>Zn>Cu=B.

Palabras clave: Musa AAA, banano, Cavendish, pH, aluminio, acidez intercambiable, magnesio.

Abstract

A hydroponic experiment was carried out with the objective of studying the effect of Al toxicity on the growth and absorption of water and nutrients by banana plants, and the effect of Mg and pH on Al toxicity. The six treatments evaluated consisted of the combination of four Mg rates (25, 50, 100, 200 mg l⁻¹) and two Al rates (0 y 25 mg.l⁻¹) at 3 pH values which produced the following treatments: 1) 25-0 pH 4; 2) 25-25 pH 3; 3) 50-25 pH 3; 4) 100-25 pH 3; 5) 200-25 pH 3; and 6) 25-25 pH 5. Tissue culture plants of the Grand Naine clone between 7 and 10 cm height were grown in 20 L containers for 63 days. At the end of this time, plant height, pseudostem circumference, plant biomass, leaf emission rate, leaf area and nutrient absorption were measured. Al reduced the magnitude of all the growth variables, except leaf emission rate. The Mg rate of 50 mg l⁻¹ partially reduced the effects of Al on plant height and pseudostem circumference. Greater concentrations of Mg gave similar results to those of Mg at 25 mg l⁻¹. Aluminum affected biomass production principally that of the first order roots, the effect being partially reduced by the increment of Mg concentration in the solution. Water absorption significant-

ly decreased by Al, while the 50 mg l⁻¹ Mg rate also tended to decreased water uptake. Increasing pH from 3 to 5 reduced Al toxicity. Aluminum reduced biomass production by 65 % compared to plants with no Al, while the total absorption of macronutrients decreased between 56 and 89 % in the following order Mg>Ca>S>N>K>P and micronutrients order of concentration reduction was Fe>Mn>Zn>Cu=B for the micronutrients.

Keywords: Musa AAA, bananas, Cavendish, pH, aluminum, exchangeable acidity, magnesium.

1. Introducción

La acidez y la escasa disponibilidad de nutrientes son algunas de las razones de la baja productividad en los suelos (Baligar *et al.*, 1998; Molina, 1998; Zapata, 2004). Se estima que los suelos ácidos ocupan alrededor de 3,95 billones de hectáreas, lo que corresponde a un 30% de la superficie cultivable del mundo (von Uexküll & Mutert, 1995). Se estima, además, que el 35% de las tierras cultivables de América Central son ácidas reflejando el grado de degradación, meteorización y lixiviación que han experimentado (Baligar *et al.*, 1998). Sin embargo, la acidificación de las tierras dedicadas al cultivo del banano en Costa Rica es causada principalmente por la utilización de fertilizantes de reacción ácida (Molina, 1998; Serrano, 2003). Al establecerse originalmente las plantaciones se seleccionaron tierras sin acidez, debido a que ésta es una característica no deseable cuando se escogen tierras para la siembra del banano (Jaramillo *et al.*, 1979; Jaramillo & Vázquez, 1900).

Los efectos adversos de la acidez sobre el crecimiento de los cultivos se deben a una serie de factores que incluyen bajo pH, toxicidad de Al y/o Mn y deficiencias de P, Ca y Mg (Ayarza & Salinas, 1982; Matsumoto, 2002). El Al y el Mn intercambiables son los principales elementos tóxicos en la mayoría de los suelos ácidos, el Al puede ocupar entre 4 y 94% de la capacidad de intercambio catiónico (Matsumoto, 2002). La toxicidad del Al es el factor más perjudicial para las plantas en los suelos ácidos, particularmente cuando el pH es inferior de 5,5 (Bertsch, 1995). El valor de pH en el cual los niveles del Al alcanzan efectos perjudiciales es diferente entre especies y también entre variedades o cultivares de una misma especie (Tang *et al.*, 1993; Van *et al.*, 1997; Zhang & Jessop, 1998), pero este valor depende también de ciertas condiciones del suelo como la mineralogía de las arcillas, el contenido de la materia orgánica, la presencia de otros cationes y aniones y de la salinidad total del suelo (Fassbender & Bornemisza, 1987).

Experimentos en soluciones nutritivas han demostrado que concentraciones de Al que fluctúan entre 0,2 a 6,0 mg l⁻¹ son suficientes para limitar el crecimiento de varias especies de plantas (Ayarza & Salinas, 1982; Foy, 1984; Spain *et al.*, 1975; Voigt *et al.*, 1999). Estos resultados se obtuvieron en experimentos con soluciones nutritivas y en suelo sobre agar en los cuales se añadieron varias concentraciones de Al. En general, los experimentos fueron diseñados para estimar el efecto de dosis de Al en períodos cortos. La reducción en la elongación de las raíces es el primer síntoma visible de la toxicidad del Al en muchas especies de plantas. El Al en concentraciones de micromoles en la solución inhibe fuertemente la división celular en las raíces y, en consecuencia, su crecimiento. Sin embargo, la tasa de reducción de la elongación disminuye en presencia de otros iones como el Ca y Mg, debido a que la interacción de estos cationes con el Al reduce la toxicidad. La inhibición de la elongación, así como de la división de las células en la raíz, son consecuencia de la interacción del Al con las moléculas de ADN, lo que cambia la fluidez y la permeabilidad de las membranas celulares, reduce la actividad de la ATPasa ligada a las membranas, inhibe la absorción de Ca, Mg y precipita los fosfatos (Cronan & Grigal, 1995). Cambios de carga eléctrica en la superficie de la raíz y la presencia de otros iones, especialmente cationes, disminuyen la absorción del Al (Alva *et al.*, 1986; Ayarza & Salinas, 1982; Foy, 1984; Matsumoto, 2002; Ritchey *et al.*, 1988). El Al absorbido por las plantas tiende a acumularse más en las raíces que en la parte aérea, variando la concentración según la especie. Se ha tratado de asociar la tolerancia al Al⁺³ con la habilidad de las plantas para acumular o excluir el Al en la parte aérea, pero los resultados han sido contradictorios, lo que indica que la tolerancia es una característica propia de cada especie (Foy, 1984).

El uso de fertilizantes de reacción neta ácida (úrea, nitrato de amonio, sulfato de amonio, fosfato monoamónico y fosfato diamónico) contribuye a la acidificación del suelo de manera proporcional al índice de

acidez fisiológica del fertilizante (Kass, 1996; Tisdale *et al.*, 1993). El grado de acidificación de los suelos bananeros depende también del manejo y la edad de la plantación, en forma general, a mayor edad de la plantación mayor es la acidificación de los suelos. Se ha demostrado que el uso de fertilizantes de reacción ácida y la lixiviación de bases en el agua de drenaje de un suelo cultivado con banano durante un período de dos años redujeron el pH de 6,48 a 5,07 e incrementaron la acidez intercambiable de 0,07 a 1,16 $\text{cmol}_{(+) } \text{l}^{-1}$ (Serrano, 2003). En Costa Rica existen 43.031 has cultivadas con banano (CORBANA, 2011) y es de esperarse que al menos el 70 % de las tierras dedicadas al cultivo presenten algún grado de acidificación.

Considerando que las musáceas son de los principales cultivos de las zonas tropicales, existen pocos estudios acerca de la sensibilidad de estas plantas a la toxicidad del Al (Delvaux, 1995; Sharrock & Frison, 1999; Wilson *et al.*, 1987). La acidez reduce entre un 10 a 50% la cantidad de masa radicular en la planta de banano, dependiendo del nivel de acidificación de los suelos, en consecuencia, la productividad se puede reducir entre 50 a 67%, si la acidez es el único factor limitante (Gaugel *et al.*, 2003). Se ha observado que las plantas de banano acumulan Al en las raíces y cormo, mientras que la acumulación en la parte aérea es relativamente baja, lo que sugiere que la planta de banano no es tolerante al Al (Gaugel *et al.*, 2003; Rufyikiri *et al.*, 2000, 2001). Por otro lado, los plátanos pueden tolerar hasta un 77% de saturación de Al en el complejo de intercambio (Rodríguez-García *et al.*, 1985). Investigación con varios cultivares de plátanos y un cultivar de banano (Gran Naine) demostró que una concentración de 78,5 μM de Al redujo la absorción de agua entre 30 y 40 % con respecto al testigo. La presencia de Al redujo también la absorción de Ca, Mg, K, N-NO_3 y N-NH_4 y especialmente la de Mg que disminuyó en 80% (Rufyikiri *et al.*, 2000, 2001).

El incremento en la concentración de Al en el medio disminuye la absorción del Mg y el contenido de este nutriente en diferentes partes de la planta. El efecto del Al en el crecimiento de la planta se puede prevenir con la presencia de altos niveles de Mg (alta relación Mg/Al) evitando así las deficiencias de Mg inducidas por la presencia del Al (Marschner, 1995). El Mg se encuentra en mayor proporción en las vacuolas, aunque también se encuentra abundantemente en el citosol donde ayuda a mantener el pH entre 6,5 y 7,5, mientras que los cloroplastos contie-

nen entre 10 y 20% del total de Mg en la hoja (Gil, 1995). Entonces, el incremento del Mg en la solución podría llegar a compensar los efectos tóxicos del Al en las plantas de banano (Gil, 1995; Marschner, 1995; Rufyikiri *et al.*, 2001).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del pH y el Mg en la toxicidad del Al y en el crecimiento y absorción de nutrimentos y agua de plantas jóvenes de banano creciendo en una solución nutritiva.

2. Materiales y métodos

El experimento se condujo en el Centro de Investigación San Luis de la Compañía Bananera Atlántica (CISL-COBAL), en San Luis, distrito primero del cantón de Guácimo provincia de Limón, Costa Rica. El CISL está ubicado a 82 msnm, tiene una temperatura promedio anual de 27 °C y una precipitación anual promedio de 3.970 mm. Se utilizaron plantas provenientes de cultivo de tejidos del clon "Gran Naine" de 7 a 10 cm de altura y con 4 a 5 hojas emitidas que tenían aproximadamente 4 semanas de edad y que estaban listas para iniciar la etapa de "endurecimiento". Las plantas se pusieron a crecer en potes de 20.0 l de capacidad que contenían la solución nutritiva propuesta por Johnson y descrita por Lorenz & Maynard (1988). El volumen de solución nutritiva en cada pote fue de 19.0 l. La concentración de nutrimentos (mg l^{-1}) de la solución base fue: N: 104; P: 33; K: 138; Mg: 25; Ca 90; S: 35; Fe: 2,6; Cu: 0,1; Zn: 0,3; Mn 1; B 0,3 y Mo: 0,01 y se la cambió dos veces por semana. Se evaluaron los siguientes tratamientos: 1) 25 mg l^{-1} de Mg + 0 mg l^{-1} de Al, pH 4; 2) 25 mg l^{-1} de Mg + 25 mg l^{-1} de Al, pH 3; 3) 50 mg l^{-1} de Mg + 25 mg l^{-1} de Al, pH 3; 4) 100 mg l^{-1} de Mg + 25 mg l^{-1} de Al, pH 3; 5) 200 mg l^{-1} de Mg + 25 mg l^{-1} de Al, pH 3, y 6) 25 mg l^{-1} de Mg + 25 mg l^{-1} de Al, pH 5. Los tratamientos 1 y 2 sirvieron para evaluar el efecto del Al^{+3} a una misma concentración de Mg, mientras que los tratamientos del 2 al 5 permitieron evaluar el efecto de las dosis de Mg sobre el Al^{+3} y los tratamientos 2 y 6 sirvieron para medir el efecto del pH sobre la toxicidad del Al^{+3} . Para suplir el Mg adicional al suministrado en la solución nutritiva base (tratamientos 3, 4 y 5) se preparó una solución madre de 23.750 mg l^{-1} de Mg con $\text{Mg-SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y se tomaron alícuotas de 20, 60 y 140 ml por cada pote con 19 l de agua. El aporte de Al se hizo utilizando $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, preparando una solución madre de 9.500 mg l^{-1} y tomando

alícuotas de 50 ml por cada pote con 19 l de agua. La concentración del S (mg l^{-1}) fue diferente en los distintos tratamientos por efecto del ión acompañante de las fuentes usadas para aportar el Mg y el Al, así 2 (79), 3 (112), 4 (177), 5 (307), 6 (79) con respecto a la indicada anteriormente en la solución base que fue la utilizada en el tratamiento 1 (35). Para obtener pH 5 fue necesario sustituir el KNO_3 de la solución Johnson por K_2CO_3 y NH_4NO_3 con la preparación de soluciones madre de 91.463 mg l^{-1} de K y de $31\,688 \text{ mg l}^{-1}$ de N y se tomaron alícuotas de 20 ml por pote. Se utilizó un diseño irrestricto al azar con 5 repeticiones, cada planta constituyó la unidad experimental respectiva. Al inicio y a las 9 semanas de iniciado el experimento se evaluaron las siguientes variables: 1) ritmo de emisión foliar (REF) utilizando la siguiente fórmula: N° de hojas totales emitidas / N° de semanas evaluadas. Al momento de establecer el experimento se marcó la última hoja emitida completamente abierta y se tomó nota del estado de la hoja "candela", a partir de ahí se contaron las hojas emitidas al final de las 9 semanas; 2) índice de incremento en altura (IIA) que se logró midiendo desde la base del cormo hasta la "V" formada entre la última hoja completamente abierta y la hoja candela. El IIA se obtuvo a partir de la fórmula ($\text{cm de altura final} - \text{cm altura inicial}$) / N° de semanas evaluadas; 3) área foliar (AF) medida al inicio y final del experimento solamente en las hojas completamente abiertas. Se procedió a dibujar las hojas en papel, luego se recortó el dibujo por el perímetro y se determinó la masa del papel. El área se obtuvo al comparar la masa del dibujo de la hoja contra la masa de un dibujo del mismo tipo de papel de área conocida (400 cm^2); 4) producción de biomasa (PB) determinada a las 9 semanas de iniciados los tratamientos. Se dividió la planta en raíz de segundo orden, raíz de primer orden, cormo, pseudo tallo y nervadura (incluye pseudo peciolo) de hojas inferiores y superiores; 5) lámina foliar (LF) de las hojas inferiores y superiores. La división de hojas superiores e inferiores fue arbitraria y se consideró el grupo de hojas superiores a las últimas 5 hojas emitidas (hojas más jóvenes) y el grupo de hojas inferiores a las restantes hojas al momento de la cosecha. Todos estos tejidos se secaron en estufa a 70°C hasta alcanzar masa constante. Se calcularon los siguientes índices fisiológicos y parámetros morfológicos de acuerdo a las fórmulas respectivas descritas por Bertsch (1995), Rodríguez & Leihner (2006) y Turner (1972): 1) índice de crecimiento absoluto (ICA) = $(msf - msi)/(t_2 - t_1)$ donde msf=masa seca final,

msi= masa seca inicial, t_2 =tiempo final, t_1 = tiempo inicial; 2) índice de crecimiento relativo (ICR) = $((\ln msf - \ln msi) / (t_2 - t_1))$, (\ln =logaritmo natural); 3) índice de crecimiento foliar absoluto (ICFA): $((af_2 - af_1)/(t_2 - t_1))$, (af_2 = área foliar final, af_1 = área foliar inicial); 4) índice de crecimiento foliar relativo (ICFR): $((\ln af_2 - \ln af_1) / (t_2 - t_1))$; 5) tasa de asimilación neta (TAN): $((msf - msi) \times (\ln af_2 - \ln af_1) / (t_2 - t_1) \times (af_2 - af_1))$; 6) relación de área foliar (RAF): (af_2 / msf) ; 6) relación de masa foliar (RMF): $(msfo / msf)$, ($msfo$ = masa seca foliar); 7) área foliar específica (AFE): $(af_2 / msfo)$; 7) razón de masa radicular (RMR): (msr / msf) , (msr = masa seca de raíces); 8) relación de raíces a hojas (RRH): $(msr / mofo)$ y; 9) relación de raíces a parte aérea (RRPA): $(msr / mspa)$, ($mspa$ = masa seca parte aérea).

Debido a que el método de determinación de la biomasa fue destructivo, la masa seca inicial se determinó de manera indirecta, tomando 10 plantas de iguales características a las utilizadas en el experimento en el mismo momento del establecimiento y se determinó la masa fresca y seca para calcular el porcentaje de masa seca por planta. En cada planta se determinó el peso fresco antes de colocarse en el pote respectivo y se asumió que las mismas presentaban igual porcentaje de masa seca que el promedio de las 10 plantas utilizadas en la determinación del porcentaje de masa seca, obteniendo así la masa seca inicial de cada una de las plantas usadas en cada tratamiento. Al momento de la cosecha se determinó la concentración de nutrimentos en los diferentes órganos de la planta. El análisis químico se realizó por el método de digestión húmeda (Westerman, 1990), el material seco de cada tejido de la planta fue molido y se hizo una digestión con ácido nítrico y se determinaron los contenidos de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, Mn, y B por espectrometría de emisión de plasma, el N se determinó por el método de combustión en seco (Dumas) en analizador automático de N (Westerman, 1990). El análisis de la conductividad eléctrica se realizó por el método del puente eléctrico, utilizándose un conductímetro marca Beckman Instruments, Inc. Modelo RC-16C, el cual fue calibrado con una solución KCl 0,01M (Westerman, 1990). La absorción total de nutrimentos se calculó multiplicando la concentración de cada nutrimento por la masa seca de los diferentes componentes de la biomasa y se realizó la sumatoria para obtener la absorción total.

El consumo de agua se determinó aforando los potes a 19 litros con solución nutritiva, se determinó

la masa del pote + solución nutritiva al inicio y final de cada ciclo de sustitución (3 y 4 días) y la diferencia de masa correspondió al consumo de agua en litros por la planta en dicho período. El consumo total de agua se obtuvo a partir de la sumatoria de agua consumida en cada ciclo de sustitución de la solución nutritiva. El pH de la solución se midió con el método del potenciómetro (Westerman, 1990) y se controló cada 24 horas y se ajustó siempre que la lectura presentara una desviación de $-0,17$ y $+ 0,3$ de unidad de pH mediante la adición de KOH 0,5M y HCl concentrado, según fuera el caso.

Para el análisis estadístico se utilizó el modelo lineal general (GLM) procedimiento del programa S.A.S versión 8.1 (análisis de varianza) y pruebas de contraste. Se consideraron las diferencias significativas a valores de $p \leq 0,05$, la separación de medias se realizó por la prueba de diferencia mínima significativa.

3. Resultados y discusión

3.1. Consumo total de agua

El consumo de agua por las plantas de banano disminuyó significativamente con la aplicación de Al (T1 vs T2) (Figura 1). Resultados similares han sido

reportados en otras especies (Wagatsuma 1983, Keltjens 1983, Tice 1992, Ishikawa & Wagatsuma 1998, Matsumoto 2002). El menor consumo de agua por las plantas tratadas con Al fue el primer síntoma observado y las diferencias fueron estadísticamente significativas a partir del tercer día. Investigación conducida por Rufyikiri *et al.* (2001) encontró también que el primer síntoma que presentaron las plantas de banano y plátano tratadas con Al fue la disminución en el consumo de agua, las diferencias en banano Gran Naine fueron significativas a partir del día catorce de aplicado el Al. Es probable que las diferencias en el tiempo de detección del síntoma se deban a que las concentraciones de Al en la solución utilizada por Rufyikiri y colaboradores fue menor por lo que la reducción en consumo de agua tardó más tiempo. En las plantas tratadas con Al no se encontraron cambios en el consumo de agua al incrementar las dosis de Mg hasta el día 38, momento que coincidió con el crecimiento más acelerado de las plantas. Un mayor consumo de agua sólo se presentó con la dosis de 50 mg l^{-1} de Mg, consumo que descendió en las dosis superiores, debido al aumento de conductividad eléctrica de las dosis más altas de Mg (Figura 2) que ocasionó un menor consumo de agua por parte de la planta (De Oliveira *et al.*, 2000). El incremento de pH de 3 a 5 fue más efectivo para mejorar la absorción de agua que el aumento en la dosis de Mg (Figura 1).

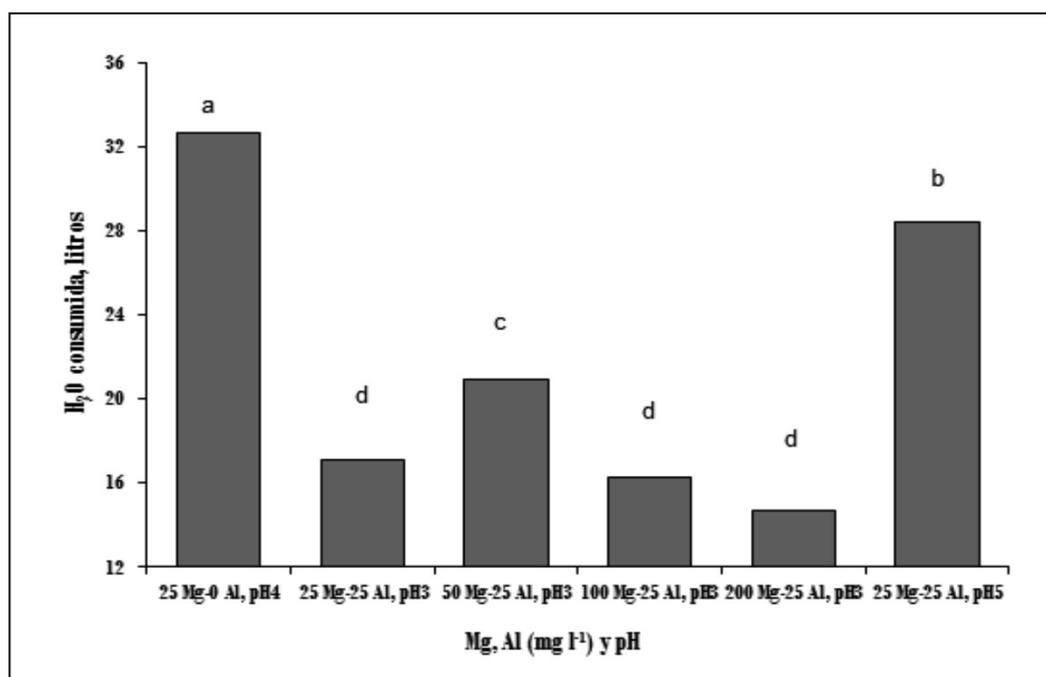


Figura 1. Consumo acumulado de agua a los 63 días de iniciado el experimento.

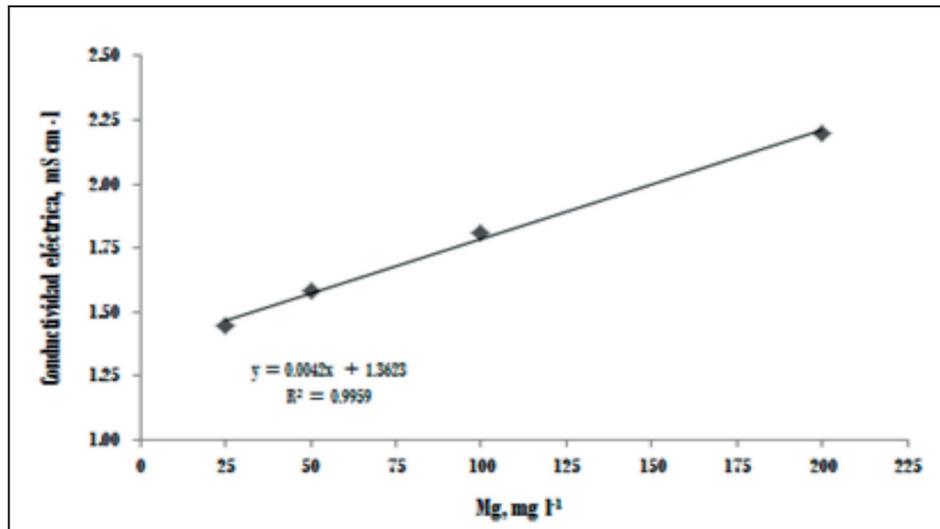


Figura 2. Conductividad eléctrica en función de la concentración de Mg en la solución nutritiva.

3.2. Descripción de síntomas de toxicidad de Al en plantas de banano

Los principales síntomas observados en las plantas creciendo en la solución nutritiva con Al con la menor dosis de Mg (25 mg l⁻¹) fueron los siguientes: clorosis marcada a nivel de las hojas inferiores y reducción en el distanciamiento entre los pseudo pecíolos (Figura 3a). Como consecuencia de lo anterior, las plantas se tornaron más compactas (tipo roseta) y se observó una obstrucción foliar (arrepollamiento), lo que a su vez provocó

una reducción de la altura en las plantas. De igual forma, las hojas de las plantas creciendo en solución nutritiva con Al fueron de menor tamaño y el pseudo tallo tuvo menor circunferencia. La reducción del tamaño de la hoja y de la distancia entre pseudo pecíolos es una respuesta del banano al déficit de agua (Turner, 1972). Síntomas similares fueron observados por Rufyikiri *et al.* (2001) quienes sugirieron que estos efectos pueden resultar de la reducción de crecimiento y de actividad radicular inducidos por la presencia de Al, condición que hace que la planta absorba menos agua.

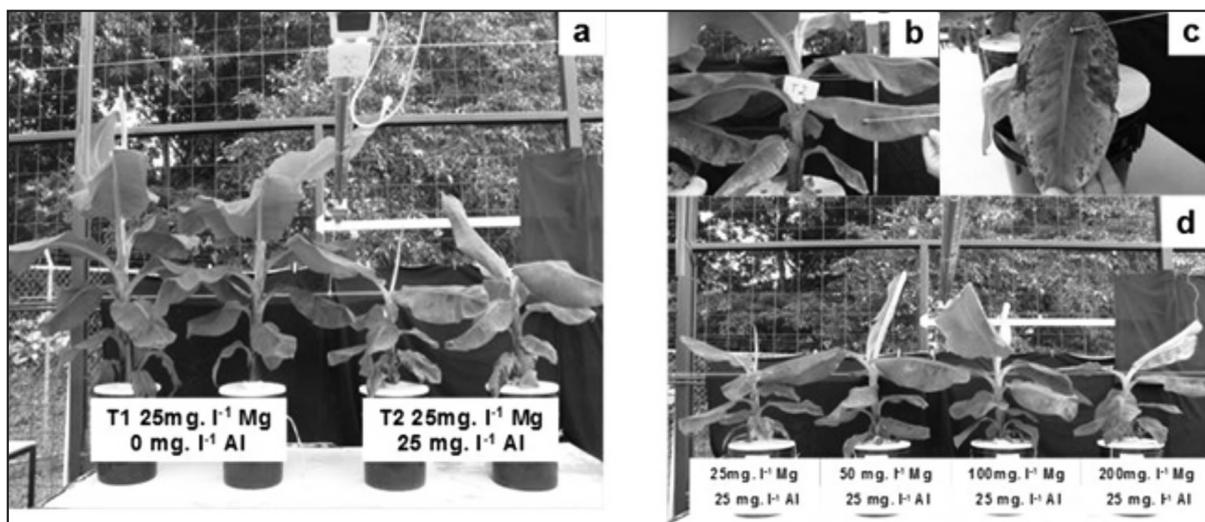


Figura 3. Efecto de la aplicación de Al en plantas de banano Gran Naine: (a) efecto de la toxicidad del Al en la reducción del distanciamiento entre pseudo pecíolos; (b) inicio de clorosis; (c) necrosis avanzando hacia nervadura central; (d) efecto de concentración de Mg en la solución sobre la presencia de la clorosis.

La clorosis se inició en los bordes de las hojas inferiores y fue ascendiendo a las hojas superiores (Figura 3b) avanzando luego hacia la nervadura central, pero ésta permaneció verde (Figura 3c), la lámina foliar se decoloró y se intensificó la clorosis con el paso del tiempo hasta que los tejidos se necrosaron. Esta sintomatología aparece por deficiencia de Mg (Tabla 1). El Mg es muy móvil en la planta, por esta razón la clorosis es ascendente (Villalobos & Killorn, 2001). La clorosis en las hojas inferiores solo se presentó en las plantas que crecieron en la solución con la dosis menor de Mg

a la que se aplicó Al (Figura 3d) lo que confirma el efecto positivo de la adición de cantidades mayores de Mg para evitar que se desarrolle la clorosis propia de los síntomas de carencia de Mg. Estos resultados demostraron que la clorosis fue inducida por la presencia del Al a través de una interferencia significativa de la absorción del Mg (Tabla 1). Los mismos síntomas fueron documentados por Rufyikiri *et al.* (2000) al evaluar el efecto del Al en plantas de banano y otros autores (Martin-prevel, 1980; Turner, 1972) han asociado también esta sintomatología a la deficiencia de Mg.

Tabla 1. Efecto del pH, la concentración del Mg en la solución nutritiva y el Al sobre la concentración de Mg en las diferentes partes de la planta analizadas.

Parte de planta	TRATAMIENTOS						Probabilidad > F				
		1	2	3	4	5	6	Toxicidad Al ³⁺	Actividad Al ³⁺	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
	Mg, mg l ⁻¹	25	25	50	100	200	25				
	Al, mg l ⁻¹	0	25	25	25	25	25				
	pH	4	3	3	3	3	5	T1-T2	T2-T6	T2, 3, 4, 5	T2, 3, 4, 5
Concentración de Mg en los tejidos (% de materia seca)											
r.s.o.		0,55 a	0,07 c	0,09 c	0,13 c	0,18 c	0,33 b	<0,0001	0,001	<0,0001	ns
r.p.o.		0,26 a	0,09 d	0,12 cd	0,15 c	0,20 b	0,20 b	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0880
Cormo		0,30 b	0,12 d	0,20 c	0,32 b	0,42 a	0,22 c	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003
ps. tallo		0,21 b	0,08 d	0,15 c	0,21 b	0,30 a	0,14 c	0,0194	ns	<0,0001	0,0003
Ner. hojas inf.		0,10 c	0,05 d	0,12 c	0,24 b	0,42 a	0,09 dc	0,0401	0,0918	<0,0001	ns
Ner. hojas sup.		0,14 c	0,08 e	0,14 c	0,17 b	0,23 a	0,10 dc	<0,0001	0,0282	<0,0001	0,0004
l. hojas inf.		0,35 c	0,08 d	0,32 c	0,75 b	1,44 a	0,32 c	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0061
l. hojas sup.		0,32 d	0,15 f	0,36 c	0,51 b	0,71 a	0,26 e	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Planta total		0,271 c	0,108 e	0,225 d	0,341 b	0,530 a	0,214 d	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0003

r.s.o. (raíz de segundo orden); r.p.o. (raíz de primer orden), ps. (pseudo), nev. (nervadura), inf. (inferiores), sup. (superiores).

Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5 %; ns = no significativo.

La concentración de Mg en las raíces disminuyó en presencia de Al, aún en las dosis más altas de Mg (Tabla 1). La concentración de Mg en el cormo y pseudo tallo también disminuyó con la presencia del Al en el medio de crecimiento, pero se recuperó a partir de la dosis de 100 mg l⁻¹ de Mg. En el caso de las hojas y la planta total, el Al redujo la concentración de Mg en estos tejidos de forma significativa solo con la dosis más baja de Mg (25 mg l⁻¹), al subir la dosis de Mg se produjo una recuperación de la concentración de Mg en esos tejidos. Los valores de concentración del Mg a nivel foliar fueron normales y adecuados en los tratamientos 1

(Mg 25 mg l⁻¹, Al 0 mg l⁻¹ y pH 4), 3 (Mg 50 mg l⁻¹, Al 25 mg l⁻¹ y pH 3) y 6 (Mg 25 mg l⁻¹, Al 25 mg l⁻¹ y pH 5), altos en los tratamientos 4 (Mg 100 mg l⁻¹, Al 25 mg l⁻¹ y pH 3) y 5 (Mg 200 mg l⁻¹, Al 25 mg l⁻¹ y pH 3) y bajos en el tratamiento 2 (Mg 25 mg l⁻¹, Al 25 mg l⁻¹ y pH 3).

3.3. Efecto de la concentración de Mg y del pH en las variables de crecimiento

La aplicación de Al afectó en forma significativa las variables de crecimiento como acumulación de biomasa, altura de la planta, área foliar, circunferen-

cia y número de hijos emitidos. El Al no tuvo efecto significativo en el número de hojas emitidas, ritmo de emisión foliar y el número de hojas al momento de finalizar el experimento (Tabla 2) coincidiendo con los resultados encontrados por Rufyikiri *et al.* (2000). Se ha demostrado que la emisión foliar y la tasa de crecimiento del fruto están gobernados principalmente por la temperatura ambiental (Robinson, 1996; Stover & Simmonds, 1987; Turner & Lahav, 1983).

Por otro lado, se observó un efecto favorable al incrementar el Mg de 25 a 50 mg l⁻¹ en la altura de la planta y la circunferencia en la base del pseudo tallo, sin embargo, este incremento no fue suficiente para neutralizar el efecto del Al. Dosis superiores a 50 mg l⁻¹ no tuvieron ningún efecto sobre la altura de la planta y la circunferencia del pseudo tallo debido al incremento en la conductividad eléctrica de la solución nutritiva al elevar la concentración de Mg (Figura 2), condición que afectó en forma negativa el crecimiento de la planta. La utilización de dosis mayores de 50 mg l⁻¹ redujo el efecto positivo del incremento de Mg en la solución,

lo que confirma que el banano es una planta susceptible a la salinidad (De Oliveira *et al.*, 2000).

El incremento del pH de 3 a 5 fue más efectivo en disminuir la toxicidad del Al en las variables de crecimiento de la planta que el incremento de la dosis de Mg en la solución nutritiva (Tabla 2). Lo anterior se podría explicar por la presencia de las diferentes especies monoméricas de Al a diferente pH, especialmente el Al³⁺ y el Al(OH)²⁺. Generalmente, el Al³⁺ es más fitotóxico que el Al(OH)²⁺ y esta especie es más tóxica que el Al(OH)₂⁺, a pH 4 el Al está presente como Al³⁺, mientras que a pH 5 coexisten en equilibrio Al(OH)²⁺ y Al³⁺ (Miyasaka *et al.*, 2007). Se considera que las dicotiledóneas son más sensitivas al Al(OH)₂⁺ que al Al³⁺, mientras que para las monocotiledóneas lo son al Al³⁺ posiblemente debido a que las monocotiledóneas tienen mayor capacidad de intercambio catiónico en la pared celular (Alva *et al.*, 1986). Los resultados de este estudio sugieren que la planta de banano es afectada principalmente por Al³⁺ cuando el pH es igual o menor a 4,0.

Tabla 2. Efecto de la concentración del Mg y pH en la actividad del Al en las variables de crecimiento evaluadas.

Variables	TRATAMIENTOS						Probabilidad > F			
	1	2	3	4	5	6	Toxicidad Al ³⁺	Actividad Al ³⁺	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
	Mg, mg l ⁻¹	25	25	50	100	200				
Al, mg l ⁻¹	0	25	25	25	25	25	T1-T2	T2-T6	T2, 3, 4, 5	T2, 3, 4, 5
pH	4	3	3	3	3	5				
m.s.f (g)	153,91 a	53,13 c	67,28 c	54,71 c	52,72 c	123,00 b	<0,0001	<0,0001	ns	ns
a.f. (cm)	74,40 a	41,33 d	49,63 c	42,96 cd	40,30 d	60,60 b	<0,0001	<0,0001	ns	ns
r.e.f. (h sem-1)	1,10 a	11,1 a	1,09 a	1,10 a	1,08 a	1,15 a	ns	ns	ns	ns
n.h.c.	9,44 a	9,15 a	9,00 a	9,32 a	9,52 a	9,70 a	ns	ns	ns	ns
Ar. Fol. (cm ²)	13,912 a	5,725 c	7,143 c	5,850 c	5,621 c	10,440 b	<0,0001	ns	ns	ns
c.b. pt (cm)	23,70 a	13,97 d	16,38 c	15,14 cd	14,80 cd	21,28 b	<0,0001	<0,0001	ns	ns
n.b.e. "hijos"	2,60 a	0,00 h	0,75 b	0,60 b	0,60 b	3,25 a	<0,0001	<0,0001	ns	0,0080

m.s.f (masa seca final); a.f (altura final); r.e.f. (ritmo de emisión foliar; hojas por semana); n.h.c (número de hojas a cosecha); c.b. p.t. (circunferencia base del pseudo tallo); n.b.e (número de brotes emitidos). Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5 %; ns = no significativo.

3.4. Efecto de la concentración de Mg y del pH en los índices de crecimiento y parámetros morfológicos

En general, el comportamiento de los índices de crecimiento estudiados fue la misma a la observada con los valores absolutos de las variables de crecimiento. El Al afectó de manera negativa los índices fisiológicos IIA, ICA, ICR, ICFA, ICFR y TAN (Tabla 3). La dosis de 50 mg l⁻¹ de Mg disminuyó los síntomas de toxicidad, pero solo hubo diferencias significativas entre tratamientos con el IIA. Las dosis más altas de Mg no logran mayor efecto compensatorio sobre la toxicidad del Al, probablemente debido al efecto tóxico de la salinidad de la solución que fue causado por el incremento en las dosis de Mg.

La magnitud de los parámetros RAF, RMF, RMR, RRH, RRPA se incrementó con la aplicación de Al (Tabla 3), a pesar de que con estos tratamientos se redujo el área foliar, la masa seca total (Tabla 2) y la masa seca en las diferentes partes en que se dividió la

planta (Tabla 4), por esta razón, las relaciones calculadas tienden a aumentar a menor biomasa producida en las diferentes partes de la planta. No se encontraron diferencias entre las dosis de Mg evaluadas en los valores de RAF, RRH, RRPA, pero sí con respecto al tratamiento sin Al y con Al a pH 5 que fueron los que mayor biomasa produjeron.

3.5. Efecto de la concentración de Mg y del pH en la producción de biomasa en las diferentes partes de la planta

La presencia de Al en la solución afectó en forma negativa el desarrollo de las raíces, cormo, pseudo tallo, láminas foliares y nervaduras de hojas (Tabla 4). Hubo diferencias significativas con respecto al tratamiento sin Al. Las raíces de primer orden (primarias o raíces gruesas) fueron las más afectadas por el Al. El incremento en la dosis de Mg disminuyó levemente los efectos del Al en las raíces de primer orden produciendo mayor cantidad de biomasa, lo mismo ocurrió en el tratamiento con Al con la menor dosis de Mg, pero a pH 5.

Tabla 3. Efecto de la concentración del Mg y pH en la actividad del Al en los índices fisiológicos y parámetros morfológicos evaluados.

Variables	TRATAMIENTOS							Probabilidad > F			
	Mg, mg l ⁻¹	1	2	3	4	5	6	Toxicidad Al ³⁺	Actividad Al ³⁺	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
	Al, mg l ⁻¹	25	25	50	100	200	25				
pH	4	3	3	3	3	3	5	T1-T2	T2-T6	T2, 3,4,5	T2, 3,4,5
IIA (cm semana ⁻¹)		6,82 a	3,78 d	4,59 c	4,08 cd	3,65 d	5,90 b	<0,0001	<0,0001	ns	ns
ICA (g semana ⁻¹)		15,56 a	5,76 b	7,19 b	6,13 b	5,62 b	13,39 a	<0,0001	<0,0001	ns	ns
ICR (g g semana ⁻¹)		0,58 a	0,51 bc	0,53 b	0,53 b	0,49 c	0,58 a	0,0005	0,0005	ns	0,0787
ICFA (cm ² semana ⁻¹)		1401 a	614 b	758 b	645 b	595 b	1235 a	<0,0001	<0,0001	ns	ns
ICFR (cm ² cm ⁻² semana ⁻¹)		0,49 a	0,43 b	0,46 ab	0,44 b	0,44 b	0,49 a	0,0035	0,0027	ns	ns
TAN (cm ² cm ⁻² semana ⁻¹)		0,0055 a	0,0040 b	0,0044 b	0,0043 b	0,0042 b	0,0060 a	0,0113	0,0045	ns	ns
RAF (cm ² g ⁻¹)		90,57 bc	109,32 a	105,03 ab	105,39 ab	105,39 ab	87,41 c	0,0379	0,0169	ns	ns
RMF (g g ⁻¹)		0,49 c	0,54 a	0,50 c	0,51 bc	0,53 ab	0,54 a	0,0001	ns	ns	0,0026
AFE (cm ² g ⁻¹)		184,61 ab	204,96 a	214,18 a	208,88 a	220,51 ab	164,42 b	ns	0,0298	ns	ns
RMR (g g ⁻¹)		0,14 c	0,20 ab	0,19 b	0,22 ab	0,23 a	0,11 c	0,0030	<0,0001	ns	ns
RRH (g g ⁻¹)		0,28 b	0,37 a	0,38 a	0,44 a	0,43 a	0,21 b	0,0213	0,0002	ns	ns
RRPA (g g ⁻¹)		0,16 b	0,25 a	0,23 a	0,29 a	0,29 a	0,13 b	0,0048	0,0003	ns	ns

IIA (índice de incremento de altura); ICA (índice de crecimiento absoluto); ICR (índice de crecimiento relativo); ICFA (índice de crecimiento foliar absoluto); ICFR (índice de crecimiento foliar relativo); TAN (tasa de asimilación neta); RAF (razón de área foliar); RMF (razón de masa foliar); AFE (área foliar específica); RMR (razón de masa radicular); RRH (relación raíces a hojas); RRPA (relación raíces a parte aérea). Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5 %; ns = no significativo.

El incremento de las dosis de Mg no mejoró la producción de materia seca en el cormo y demás partes aéreas cuando se lo comparó con el tratamiento sin Al, sin embargo, el tratamiento con Al a pH 5 y con la dosis menor de Mg sí redujo parcialmente los efectos tóxicos del Al, alcanzando valores significativamente superiores al tratamiento con las misma dosis de Mg, pero a pH 3. El incremento del pH de 3 a 5 con idéntica cantidad de Mg logró disminuir los efectos de la toxicidad del Al a nivel de biomasa producida en las raíces de segundo orden, nervadura y láminas inferiores, lo anterior posiblemente debido a una menor cantidad de Al^{+3} en la solución nutritiva en el tratamiento con pH 5, lo que probablemente redujo el efecto negativo del Al en la producción de biomasa aérea.

3.6. Efecto de la concentración de Mg y del pH en la absorción total de nutrientes por la planta de banano

Se observó que la aplicación de Al redujo la producción de biomasa (Tabla 4) lo cual hizo que la planta absorba solamente la tercera parte de N (Tabla 5). No se encontró efecto de las dosis crecientes de Mg sobre la producción de biomasa por parte de la planta (Tabla 5), razón por la cual no se afectó la absorción de N. El incremento de pH de 3 a 5 mejoró significativamente la absorción de N, debido a que la concentración de Al^{+3} en la solución es menor a pH 5 por la coexistencia de Al^{+3} con $Al(OH)^{2+}$ en la solución (Miyasaka *et al.*, 2007), lo que reduce el efecto tóxico del Al. La absorción total del P disminuyó significativamente por la aplicación de Al (Tabla 5), situación que se explica por la menor biomasa producida por la planta cuando se adiciona Al (Tabla 4).

Tabla 4. Efecto de la concentración del Mg y del pH en la actividad del Al en la producción de biomasa en las diferentes partes de la planta.

Variables	TRATAMIENTOS							Probabilidad > F			
	Mg, mg l ⁻¹	1	2	3	4	5	6	Toxicidad Al ³⁺	Actividad Al ³⁺	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
	Al, mg l ⁻¹	0	25	25	25	25	25				
pH	4	3	3	3	3	5	T1-T2	T2-T6	T 2, 3,4, 5	T 2, 3,4, 5	
Peso de la biomasa en las partes de la planta evaluadas (g)											
r.s.o.		5,86 a	3,75 b	3,95 b	4,00 b	3,50 b	6,08 a	0,0115	0,0060	ns	ns
r.p.o.		15,36 a	5,38 c	9,18 b	8,28 b	8,40 b	9,03 b	<0,0001	0,0146	0,0853	0,0352
Cormo		16,46 a	4,39 c	5,42 c	3,54 c	3,52 c	12,84 b	<0,0001	<0,0001	0,0078	ns
ps. tallo		40,44 a	10,96 cd	15,46 c	11,47 cd	9,39 d	28,44 b	<0,0001	<0,0001	0,0149	ns
Ner. hojas inf.		2,60 a	0,88 b	8,83 b	0,50 b	0,62 b	2,28 a	<0,0001	<0,0001	0,0594	0,0980
Ner. hojas sup.		12,96 a	0,58 b	5,93 b	4,38 b	4,26 b	10,68 a	0,0089	0,0010	ns	ns
l. hojas inf.		12,06 a	0,48 b	4,50 b	4,00 b	5,26 b	14,48 a	<0,0001	<0,0001	ns	ns
l. hojas sup.		48,16 a	18,75 c	22,03 c	19,42 c	17,78 c	39,20 b	<0,0001	<0,0001	ns	ns
Planta total		153,91 a	53,13 c	67,28 c	55,59 c	52,72 c	123,00 b	<0,0001	<0,0001	ns	ns

r.s.o. (raíz de segundo orden); r.p.o. (raíz de primer orden), ps. (pseudo), nev. (nervadura), inf. (inferiores), sup. (superiores). Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5%; ns = no significativo.

Tabla 5. Efecto de la concentración del Mg y pH en la actividad del Al en la absorción total de nutrientes por la planta de banano.

Nutrientes	TRATAMIENTOS						Probabilidad > F				
		1	2	3	4	5	6	Toxicidad Al ³⁺	Actividad Al ³⁺	Mg efecto lineal	Mg efecto cuadrático
	Mg, mg l ⁻¹	25	25	50	100	200	25				
Al, mg l ⁻¹	0	25	25	25	25	25	25	T1-T2	T2-T6	T2, 3, 4, 5	T2, 3, 4, 5
pH	4	3	3	3	3	5					
N (g)	6,46 a	2,31 b	2,86 b	2,38 b	2,14 b	5,61 a	<0,0001	<0,0001	ns	ns	
P (g)	0,84 a	0,37 c	0,56 b	0,52 bc	0,49 bc	0,59 b	<0,0001	0,0056	ns	0,0446	
K (g)	12,16 a	4,66 b	5,80 b	4,42 b	3,85 b	6,00 a	<0,0001	<0,0001	0,0184	ns	
Ca (g)	1,73 a	0,30 c	0,38 c	0,26 c	0,19 c	1,08 b	<0,0001	<0,0001	0,0001	ns	
Mg (g)	0,42 a	0,06 d	0,15 c	0,19 bc	0,28 b	0,27 b	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0071	
S (g)	0,41 a	0,13 d	0,20 cd	0,18 cd	0,25 bc	0,33 b	<0,0001	<0,0001	0,0004	ns	
Fe (mg)	452 a	48 d	115 c	155 c	226 b	52 d	<0,0001	ns	<0,0001	0,0846	
Cu (mg)	4,0 a	1,2 c	1,4 c	1,0 c	0,9 c	2,9 b	<0,0001	<0,0001	0,0107	ns	
Zn (mg)	14,2 a	2,5 b	2,9 b	2,1 b	1,9 b	14,7 a	<0,0001	<0,0001	0,0107	ns	
Mn (mg)	41,9 b	6,5 c	6,9 c	4,7 c	5,5 c	78,2 a	<0,0001	<0,0001	0,0051	ns	
B (mg)	5,9 a	1,8 c	3,4 b	3,2 b	5,0 a	3,3 b	<0,0001	0,0166	<0,0001	ns	
Al (mg)	22,6 e	155,8 cd	280,3 a	261,2 ab	208,4 bc	111,2 cd	<0,0001	ns	ns	0,0042	

Valores con una misma letra en cada fila no difieren estadísticamente según prueba de diferencia mínima significativa al 5 %, ns = no significativo.

La presencia del Al redujo en más de 60% la absorción de K. El K asimilado por la planta fue similar para todas las dosis de Mg ya que produjeron la misma cantidad de biomasa. El incremento de pH de 3 a 5 mejoró significativamente la absorción del K (Marschner, 1995; Mengel & Kirkby, 2000; Villalobos & Killorn, 2001) debido a que este cambio mejoró el proceso de acumulación de biomasa. Se encontró efecto lineal negativo en la absorción de K al incrementar el contenido de Mg en solución, consecuencia del conocido antagonismo Mg/K (Lacoeuilhe & Martin-Prevel, 1971; Lahav & Turner, 1992; Turner, 1972).

La presencia de Al redujo la absorción de Ca en 83% debido a que el Al ocupa los sitios de absorción del Ca (Matsumoto, 2002). El incremento en la dosis de Mg de 25 a 50 mg l⁻¹ mejoró levemente la absorción de Ca, pero las diferencias observadas entre las diferentes dosis de Mg no fueron significativas. Se encontró un efecto lineal negativo entre el Ca absorbido y la concentración de Mg en solución que nuevamente se puede explicar por el efecto del antagonismo Mg/Ca (Lacoeuilhe & Martin-Prevel, 1971; Lahav & Turner, 1992; Turner, 1972). El incremento de pH de 3 a 5 mejoró significativamente la absorción del Ca, proba-

blemente porque disminuyó la concentración de Al^{+3} en la solución nutritiva (Marschner, 1995; Mengel & Kirkby, 2000; Villalobos & Killorn, 2001).

La absorción de Mg disminuyó en 86% con la presencia de Al en la solución, debido probablemente a la competencia por los sitios de absorción y transportadores de la membrana celular (Bose *et al.*, 2011; Rengel & Robinson, 1989). La absorción de Mg se incrementó al aumentar la dosis de Mg en la solución, aunque no llegó a alcanzar la magnitud del Mg absorbido por las plantas del tratamiento sin Al (Tabla 5), lo anterior sugiere que existe fuerte competencia entre ambos elementos por los sitios de absorción y los transportadores de la membrana celular. Los cationes Al^{+3} y Mg^{+2} tienen similar radio de hidratación (0,48 nm para Al^{+3} y 0,428 nm para Mg^{+2}) lo que favorece la competencia por los sitios de acople metal-enzima (Bose *et al.*, 2011; Marschner, 1995; Matsumoto, 2002; Rengel & Robinson, 1989). El Al redujo la absorción de S en 68% debido a la menor producción de materia seca. La absorción de S presentó un comportamiento similar a la del Mg, debido a que la absorción mejora al incrementar la dosis Mg en solución, lo cual era de esperarse por el efecto del ión acompañante ya que la fuente de Mg utilizada fue sulfato de magnesio.

La absorción de Fe disminuyó casi en 90% al adicionar Al en la solución nutritiva, probablemente debido a la disminución en la producción de biomasa y al efecto de competencia por cargas en los sitios de absorción a nivel de raíces. Al incrementar las dosis de Mg aumentó la absorción de Fe, aunque ésta fue inferior el valor absorbido por el tratamiento testigo sin Al. La absorción de Cu, Zn y Mn tuvo un comportamiento muy similar, la aplicación de Al redujo en forma significativa la absorción de estos nutrimentos, el incremento en la dosis de Mg disminuyó aún más la absorción de estos nutrimentos, probablemente debido al efecto antagónico del Mg con estos tres cationes.

Referencias

- Alva, A., Edwards, D., Asher, C., & Blamey, F. (1986). Relationships between root length of soybean and calculated activities of aluminium monomers in nutrient solutions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50, 959-962.
- Ayarza, M. A., & Salinas, J. G. (1982). Estudio comparativo de la tolerancia al aluminio en tres leguminosas forrajeras. *Suelos Ecuatoriales*, 12(1), 110-126.
- Baligar, V. C., Beaver, W. V., & Ahlrichs, J. L. (1998). *Nature and distribution of acid soils in the world*. Paper presented at the Workshop to development a strategy for collaborative research and dissemination of technology in sustainable crop production in acid savannas and other problem soils of the world, Indiana, USA.
- Bertsch, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica: ACCS.

4. Conclusiones

La presencia de Al en la solución afectó la absorción de agua y el crecimiento de la planta de banano, situación que se reflejó en la reducción de la magnitud de las variables de crecimiento, siendo la acumulación de biomasa por las raíces de primer orden la más afectada. La utilización de Al causó síntomas de toxicidad que consistieron en la clorosis de hojas viejas y la necrosis de los bordes y ápices de hojas, las plantas se tornaron compactas y arpeolladas, tuvieron menor altura y acumularon menos biomasa. La dosis de 50 mg l⁻¹ de Mg disminuyó parcialmente el efecto negativo de la toxicidad del Al^{+3} al mejorar en forma significativa la absorción de agua, la altura de planta y la circunferencia del pseudo tallo. Dosis mayores de Mg no mejoraron la expresión del efecto en estas variables con respecto a la dosis más baja, debido al incremento de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva causado precisamente por las dosis más elevadas de Mg y S. El incremento del pH de 3 a 5 en presencia de Al fue más efectivo para reducir los efectos perjudiciales del Al que el aumento de las dosis de Mg. Lo anterior debido probablemente a una menor concentración de Al^{+3} en solución, ya que a pH 3 este elemento se encuentra en mayor proporción como Al^{+3} que es más reactivo, mientras que a pH 5 existe un equilibrio entre Al^{+3} y $Al(OH)^{+2}$. La presencia del Al en la solución nutritiva redujo la absorción de todos los nutrimentos, el orden de reducción de los macronutrimentos fue $Mg \geq Ca > S > N \geq K > P$ y el de los micronutrimentos fue $Fe > Mn > Zn > Cu = B$. Las dosis más altas de Mg mejoraron la absorción de P, Mg, S, el P por el sinergismo P-Mg y el S por efecto del ión acompañante, pero disminuyeron la absorción del Ca y K por el antagonismo Mg/Ca y Mg/K.

- Bose, J., Babourina, O., & Rengel, Z. (2011). Role of magnesium in alleviation of aluminium toxicity in plants. *Journal of Experimental Botany*, 62(7), 2251-2264.
- CORBANA. (2011). *Estadísticas de exportación bananera 2010* (pp. 734). San José, Costa Rica: CORBANA.
- Cronan, C., & Grigal, D. (1995). Use of calcium/aluminium ratios as indicators of stress in forest ecosystems. *Journal of Environmental Quality*, 24(2), 209-226. de Oliveira, S. L., Coelho, E. F., & Borges, A. L. (2000). Irrigação e fertirrigação. In Z. J. Cordeiro (Ed.), *Banana: produção, aspectos técnicos* (pp. 60-72). Brasília, Brasil: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia.
- Delvaux, B. (1995). Soils. In S. Gowen (Ed.), *Bananas and plantains* (pp. 230-257). Londres, Inglaterra: Chapman & Hall.
- Fassbender, H., & Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina* (2^{da} ed.). San José, Costa Rica: IICA.
- Foy, C. D. (1984). Physiological effects of hydrogen, aluminium and manganese toxicities in acid soils. In F. Adams (Ed.), *Soil acidity and liming* (2^{da} ed., pp. 57-97). Madison, Wisconsin: ASA.
- Gaugel, C., Sierra, F., & Arevalo, G. (2003). *The problem of banana root deterioration and its impact on production: Latin American experience*. Paper presented at the Simposio Internacional del Sistema Radical del Banano: hacia un mejor conocimiento para su manejo productivo, San José, Costa Rica.
- Gil, F. (1995). *Elementos de fisiología vegetal*. Madrid, España: Mundi Prensa.
- Jaramillo, R., Alvarado, A., Chaverri, B., & Vázquez, A. (1979). Especificaciones teóricas para la determinación de la aptitud de las tierras para el cultivo del banano. Documento preliminar (pp. 7). San José, Costa Rica: ASBANA.
- Jaramillo, R., & Vázquez, A. (1900). Manual de procedimientos para la presentación y realización de estudios detallados de suelos y clasificación de tierras para el cultivo del banano. *Edición revisada del Sistema de Clasificación para determinar la aptitud de las tierras para el cultivo del banano de Jaramillo, R. & Vázquez, A. 1980* (pp. 25). San José, Costa Rica: Departamento de Investigaciones Agrícolas, CORBANA.
- Kass, D. (1996). *Fertilidad de suelos*. San José, Costa Rica: EUNED.
- Lacoeuilhe, J., & Martin-Prevel, P. (1971). Culture sur milieu artificiel. Carence en K, Ca, Mg, chez le bananier : analyse foliaire. *Fruits*, 26(243-253).
- Lahav, E., & Turner, D. (1992). *Fertilización del banano para rendimientos altos* (2^{da} ed.). Berna, Suiza: International Potash Institute.
- Lorenz, O., & Maynard, D. (1988). *Knotts handbook for vegetable growers* (3rd ed.). New York, USA: Wiley.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants* (2nd ed.). Londres, England: Academic Press.
- Martin-prevel, P. (1980). La nutrition minerale du bananier dans le monde. *Fruits*, 35, 583-593.
- Matsumoto, H. (2002). Plant Root Under Aluminium Stress: Toxicity and tolerance. In Y. Waisel, A. Eshel, & U. Kafkafi (Eds.), *Plant roots* (3rd ed., pp. 821-838). New York, USA: Hidden Half .
- Mengel, K., & Kirkby, E. (2000). *Principios de nutrición vegetal* (4^{ta} ed.). Berna, Suiza: International Potash Institute.
- Miyasaka, S. C., Hue, N. V., & Dunn, M. A. (2007). Aluminium. In A. V. Baker & D. J. Pilbeam (Eds.), *Handbook on Plant Nutrition* (pp. 439-498). Florida, USA: CRC Press.
- Molina, E. (1998). *Encalado para la corrección de la acidez del suelo*. San José, Costa Rica: ACCS.
- Rengel, Z., & Robinson, D. (1989). Competitive Al⁺³ inhibition of net Mg⁺² uptake by intact Lolium multiflorum roots: I Kinetics. *Plant physiology*, 91, 1407-1413.
- Ritchey, K., Sousa, D., & Rodríguez, G. (1988). Testes biológicos para diagnóstico da deficiência de calcio e toxicidade de alumínio em solos. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 12, 113-120.
- Robinson, J. C. (1996). *Bananas and plantains*. Oxon, Inglaterra: W.K.Kellogg.

- Rodríguez-García, J., Rivera, E., & Abruna, F. (1985). Crop response to soil acidity factors in ultisols and oxisols in Puerto Rico, 14 Plantains and Banana. *Journal of Agricultural of University of Puerto Rico*, 69, 377-382.
- Rodríguez, W., & Leihner, D. (2006). Análisis del crecimiento vegetal. In E. Villalobos (Ed.), *Fisiología Vegetal* (pp. 37). San José, Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Rufyikiri, G., Nootens, D., Dufey, E., & Delvaux, B. (2000). Effect of aluminium on bananas (*Musa* ssp.) cultivated in acid solutions, Part I, Plant growth and chemical composition. *Fruits*, 55(6), 367-379.
- Rufyikiri, G., Nootens, D., Dufey, E., & Delvaux, B. (2001). Effect of aluminium on bananas (*Musa* ssp.) cultivated in acid solutions, Part II, Water and Nutrient uptake. *Fruits*, 56(6), 5-16.
- Serrano, E. (2003). *Acidificación de los suelos bananeros de Costa Rica y su relación con la toxicidad de aluminio en las raíces del cultivo de banano*. Paper presented at the Simposio Internacional del Sistema Radical del Banano: hacia un mejor conocimiento para su manejo productivo, San José, Costa Rica.
- Sharrock, S., & Frison, E. (1999). Musa production around the world – varieties and regional importance. Networking banana and plantain. In INIBAP (Ed.), *INIBAP annual report 1998* (pp. 42-47). Montpellier, Francia: INIBAP, International Network for the Improvement of Banana and Plantain.
- Spain, J., Francis, C., Howeler, R., & Calvo, F. (1975). Differential species and varietal tolerance to soil acidity in tropical crops and pastures. In E. Bornemisza & A. Alvarado (Eds.), *Soil management in tropical America* (pp. 308-329). Raleigh, USA: North Carolina State University.
- Stover, R. H., & Simmonds, N. W. (1987). *Bananas* (3rd ed.). New York, USA: Wiley.
- Tang, H., Houben, V., Nzok Mbouti, C., & Dufey, E. (1993). Diagnostic précoce de la résistance de cultivars de riz (*Oriza sativa* L.) à la toxicité aluminique. *Agronomie*, 13, 853-860.
- Tisdale, S., Nelson, W., Beaton, J., & Havlin, J. (1993). *Soil fertility and fertilizers* (5th ed.). Columbus, USA: Mc Millan.
- Turner, D. (1972). Banana plant growth. 1. Gross morphology. 2. Dry matter production leaf area and growth analysis. *Australian Journal Experimental Agric Anim. Husb.*, 12(209-224).
- Turner, D., & Lahav, E. (1983). The growth of banana plants in relation to temperature. *Australian Journal Plant Physiology*, 10(1), 43-53.
- Van, J., Costa de Macedo, C., Kinet, J. M., & Bouharmont, J. (1997). Selection of Al-resistant plants from a sensitive rice cultivar, using somaclonal variation in vitro and hydroponic cultures. *Euphytica*, 97, 303 -310.
- Villalobos, E., & Killorn, R. (2001). Nutrición mineral. In E. Villalobos (Ed.), *Fisiología de la producción de los cultivos tropicales* (pp. 161-196.). San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Voight, P. W., Godwin, H. W., & Morris, D. R. (1999). Effect of four acid soils on root growth of clover seedlings using a soil-on-agar procedure. *Plant and Soil*, 205, 51-56.
- von Uexküll, H., & Mutert, E. (1995). Global extent, development and economic impact of acid soils. *Plant and Soil*, 171, 1-15.
- Westerman, R. L. (1990). *Soil testing and plant analysis* (3rd ed.). Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America.
- Wilson, G. F., Swenenen, R., & de Langhe, E. (1987). *Effects of mulch and fertilizer on yield and longevity of a medium and giant plantain and a banana cultivar*. Paper presented at the Proceedings of the third meeting. International Cooperation for effective plantain and banana research, Abidjan, Costa de Marfil.
- Zapata, R. (2004). *Química de la acidez del suelo*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Zhang, X., & Jessop, R. S. (1998). Analysis of genetic variability of aluminium tolerance response in triticale. *Euphytica*, 102, 177-182.

Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador

Factors affecting yield potential of open pollinated corn in small farmers' fields in the Ecuadorian highlands

Roberto Boada¹, José Espinosa¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigación y Posgrado.
Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador.

Resumen

Esta revisión bibliográfica describe, desde el estricto punto de vista agronómico, la situación actual de la producción de maíz de polinización abierta en manos de productores de agricultura familiar en la Sierra de Ecuador y basándose en lo encontrado propone tareas de investigación que podrían mejorarla. La discusión no considera las obvias condiciones socio-económicas que afectan también a este sistema de producción. La producción de maíz suave de polinización abierta para grano seco y choclo es una opción interesante dentro de los cultivos que los productores de agricultura familiar utilizan para su sustento y para la generación de ingresos a su economía. Sin embargo, las técnicas tradicionales para producción de maíz como la preparación del suelo y la siembra no logran que el cultivo se desarrolle adecuadamente y produzca el potencial de rendimiento que el ambiente permite. Se pueden lograr poblaciones altas y uniformes utilizando cuidadosamente el espeque y colocando una sola semilla por sitio a distanciamientos que pueden variar de 0,7 a 0,8 m entre hileras y de 0,18 a 0,25 m entre plantas para lograr densidades de siembra superiores a 60 000 plantas ha⁻¹. De esta forma, las plantas crecen uniformemente, pueden utilizar la luz de manera adecuada y pueden acumular rendimientos de grano adecuados. Si el objetivo es producir choclo, esta forma de siembra asegura una mazorca de adecuado tamaño por planta que permite producir buen choclo para el mercado. Por otro lado, es necesario reducir o eliminar el movimiento del suelo para tareas de siembra y control de malezas por medio de siembra directa. Esta forma de manejo no remueve el suelo, deja que se acumulen los residuos de cosechas anteriores en la superficie y coloca la semilla en el suelo sin moverlo. Esta es quizá la práctica de manejo de suelo que tendría más impacto a largo plazo en la producción ya que permite que los suelos se recuperen al mejorarse sus propiedades físicas, químicas y biológicas y al lograr acumular carbono orgánico en el suelo.

Palabras clave: agricultura familiar, maíz suave, siembra directa.

Abstract

This literature review describes, from the strict agronomic view point, the actual production situation of the open pollinated corn varieties in the hands of familiar agriculture producers in the Ecuadorian highlands and based on the findings suggests research tasks that could improve it. The discussion does not consider the obvious socio-economic conditions that also affect this production system. The production of soft open pollinated corn varieties for grain and corn in the cob is an interesting option among the crops for familiar agriculture

which farmers use for self-consumption and to generate household income. However, the traditional techniques utilized for corn production like soil preparation and seeding are not conducive to obtain the growth and potential yield that the environment allows. It's possible to achieve high uniform plant population using the seeding stick carefully and placing one seed at each planting hill at spaces that can vary from 0.7 to 0.8 m between plant rows and 0.18 to 0.25 m Between plants to obtain plant densities greater than 60 000 plants ha⁻¹. This way, plants grow uniformly, utilize light efficiently and can accumulate adequate grain yield. If the objective is to produce corn in the cob, this planting procedure ensures a quantity of good size cobs for the market. On the other hand, it's compulsory to reduce or eliminate soil movement for planting and weed control tasks by means of no-till. This management practice does not remove the soil, let plant residue accumulate on the surface and seed placement does not disturb the soil. This is perhaps the management practice which will have the most impact in corn production in the long term because it allows soil physical, chemical and biological properties recuperation and accumulates organic carbon in the soil.

Keywords: familiar agriculture, soft corn, no-till.

1. Introducción

Los cambios en la estructura de la tenencia de la tierra de los últimos 60 años han promovido el desarrollo de un gran grupo de propietarios de predios pequeños que se mantienen de lo que hoy se conoce como agricultura familiar. Este modelo mantiene su coherencia productiva por el uso de la fuerza familiar de trabajo y contribuye con diferentes productos a mantener la seguridad alimentaria del país. Uno de estos productos es el maíz suave de polinización abierta que en el año 2009 contribuyó con 23,5 millones de dólares a la economía nacional. La producción de maíz suave en el país se encuentra en la mayoría de provincias de la Sierra, se distribuye en altitudes entre 2.000-3.000 msnm y es utilizado como choclo (mazorca tierna) y en diferentes formas como grano seco. La producción promedio de grano del país es baja ($\approx 1 \text{ t ha}^{-1}$) uno de los rendimientos más bajos de Sudamérica. Los bajos rendimientos son consecuencia de varios factores, entre los que se destacan la utilización de material genético no apropiado, siembra tradicional que lleva a poblaciones bajas y poco uniformes en el campo y movimiento continuo del suelo para las labores de preparación del suelo para la siembra y control de malezas. Esta revisión bibliográfica busca identificar los principales problemas de la producción de maíz suave de polinización abierta en los lotes de productores de agricultura familiar en la Sierra de Ecuador y con esta información esbozar sugerencias para mejorar el manejo del suelo y el cultivo buscando incrementar los rendimientos de este rublo importante en la economía de la agricultura familiar. La discusión no

considera las obvias condiciones socio-económicas que afectan también a este sistema de producción.

2. Situación de la tenencia de la tierra de pequeños productores de la Sierra ecuatoriana

Ecuador es un país pequeño que posee una superficie de 256 370 km², el 47% de los cuales está ubicado en la Región Amazónica, 25% en la Costa, 24% en la Sierra y 3% en Galápagos. El país es megadiverso y concentra una gran variedad de plantas y animales en una superficie relativamente pequeña (Vásquez & Saltos, 2000). Una breve descripción de los procesos de la tenencia de la tierra en Ecuador podría empezar indicando que después de la independencia los grandes poseedores de tierra no permitieron que se formularan normativas que pudieran afectar la tenencia de los latifundios quedando la situación de posesión en las mismas condiciones que existieron en la Colonia. Solamente en 1908, en medio del movimiento liberal de Alfaro, se hace el primer intento de cambio en la tenencia de la tierra con la promulgación de la Ley de Beneficencia que finalmente afecta los latifundios de las órdenes religiosas. Sin embargo, cuando empieza la década de 1960, la acción de varios movimientos sociales desde el sector campesino, que buscan acceso a la tierra, y desde el mismo sector terrateniente, que busca modernizar la actividad agrícola, hacen que el Estado contemple la posibilidad de formular una ley que reestructure la situación de tenencia de la tierra en Ecuador. Bajo esta presión, en 1964 el Estado promulga la Ley de Reforma Agraria y Colonización basán-

dose en los principios propuestos por la reunión de la OEA en Punta del Este, Uruguay, en 1961, principios que son muy parecidos a los que proponía el programa denominado Alianza para el Progreso, promovido por el gobierno de los Estados Unidos, como solución para los problemas de tierra de América Latina. La nueva ley plantea, entre sus puntos principales, eliminar las formas precarias de producción (mano de obra gratuita) conocidas como huasipungo, parcelar las haciendas del Estado y pasarlas a manos de los campesinos e impulsar el proceso de incorporación de nuevas tierra a la actividad agrícola por medio de la colonización (Brassel *et al.*, 2008).

Los mismos autores indican que en ese momento el efecto principal de la promulgación de la ley sería el de suavizar la acción de los movimientos sociales, al mismo tiempo que promovía la modernización de la actividad agrícola, pero la denominada lucha por la tierra solamente se dinamizó y en este periodo de tiempo donde aparecen organizaciones campesina como la Federación Nacional de Organizaciones Campesinas (FENOC) y la Ecuador Runacunapac Riccharimui (ECUARUNARI) que propusieron una agenda muy activa bajo el lema de “tierra para quien la trabaja. Por otro lado, desde el Estado se consideraba que la reforma agraria no solo debía satisfacer la necesidad de justicia social, sino que fundamentalmente debía ser una de las columnas que sostenga el proceso de industrialización del país para substituir las importaciones. Se consideraba que la reforma agraria mejoraría los ingresos campesinos y que los haría consumidores de productos industrializados y que de esta forma se potenciaría la producción del agro presionando a los medianos y grandes productores a transformarse en empresarios agrícolas. Esta concepción es la que se plasma en la nueva Ley de reforma Agraria promulgada en 1973 por el gobierno de Rodríguez Lara.

La presión sobre la tenencia de la tierra continuó durante la década de 1970 por parte de los campesinos, pero particularmente por parte de los latifundistas que consideraban que las leyes promulgadas atentaban contra sus intereses porque la consideraban de carácter confiscatorio. En 1979, la presión de los latifundistas promueve la aprobación de la Ley de Fomento y Desarrollo Agropecuario que garantizaba la seguridad de la tierra que fuese eficientemente trabajada con el espíritu de promover el desarrollo empresarial de medianos y grandes productores. Esta nueva ley no satisfizo las aspira-

ciones de los terratenientes que sugirieron cambios a la normativa que se plasmaron en la Ley de Desarrollo Agrario aprobada en 1994 por el gobierno de Sixto Durán Ballén. Esta nueva ley agraria deroga las normativas de la Ley de Reforma Agraria eliminando las restricciones a la venta de las propiedades rurales, y la tenencia de la mediana. Gran propiedad pasa a estar garantizada por el Estado y permite que las tierras comunales puedan fraccionarse y venderse (Brassel *et al.*, 2008).

Analizando las secuelas de las leyes que afectaron la tenencia de la tierra en Ecuador se puede concluir diciendo que éstas transformaron las grandes haciendas en unidades de producción de modelo capitalista, pero, por otro lado, promovieron también el acceso a la tierra de un alto número de personas, situación que derivó en el desarrollo de extensas áreas de tierra bajo minifundio. Los datos estadísticos del periodo de 1964 a 1994 indican que la superficie total intervenida por la Reforma Agraria fue de 9.026 km² (\approx 900.000 ha), el 3,4% de la superficie total del país. Esta superficie es baja si se compara con el efecto de la colonización, promovida también por la Ley de Reforma Agraria, que incorporó 63.631 km² a las actividades agrícolas (6,36 millones de has), es decir, el 23% del territorio nacional (Gondard y Mazurek, 2001). A pesar de estos cambios, la estructura básica de la tenencia de la tierra no ha variado significativamente en los últimos 50 años como lo demuestran los datos de los censos de 1954, 1974 y 2000 presentados en el Cuadro 1. Estos datos indican que ha existido un incremento de 138% en el número de predios y que la superficie agrícola se ha expandido en 106%, sin embargo, estos cambios no han afectado en forma importante la tenencia de la tierra, caracterizada por mucha tierra en manos de grandes propietarios. En efecto, los datos del censo agropecuario de 1954 indican que el 71,1% de las Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) con menos de 5 ha cubrían solamente el 7,2% de la superficie cultivada y que las propiedades con más de 100 ha cubrían el 64,4% de la superficie del territorio nacional ocupado por las UPA. A pesar del incremento significativo en la superficie del territorio nacional bajo uso agropecuario (5'999.700 hectáreas en 1954 a 12'355.830 en el año 2000), en general, la situación en el año 2000 es bastante parecida en términos porcentuales al año 1954, las propiedades con menos de 5 ha representaban el 63,5% del total de UPA, pero ocupaban solamente el 6,3% de la tierra bajo uso agropecuario, mientras que las UPA de más

de 100 ha representaban solo el 2,3%, pero ocupaban el 42,6% de la tierra bajo uso agropecuario (Brassel *et al.*, 2008; Carrión & Herrera, 2012).

Como consecuencia de la estructura de la tenencia de la tierra desarrollada en los últimos 60 años se ha proyectado en la economía nacional un gran grupo de propietarios de predios pequeños que han generado un sector de la economía denominado agricultura familiar, asociada a términos como agricultura campesina, pequeña agricultura o agricultura de subsistencia. Este modelo mantiene su racionalidad productiva asociada al uso de la fuerza familiar de trabajo, pero no se sostiene en el tiempo exclusivamente de lo generado por la producción agrícola sino que depende de los ingresos obtenidos fuera de la finca en prestación de mano de obra en propiedades grandes o en los servicios. A pesar de las restric-

ciones que ofrece el modelo, la agricultura campesina no solo que produce para el autoconsumo, sino que además produce para cubrir las necesidades del mercado interno y es un motor para la conservación de la agrodiversidad y es una herramienta importante para revitalizar la economía, luchar contra pobreza y sentar bases para construir una sociedad más equitativa (Berry & North, 2011; Carrión & Herrera, 2012). Esta es la denominada economía familiar campesina (EFC) cuya contribución por productos típicamente campesinos al valor agregado de la economía nacional en el año 2009 fue la siguiente: maíz duro seco 43 millones de dólares, yuca 25 millones, maíz suave seco 23,5 millones, cacao 23 millones, fréjol seco 15,5 millones y maíz suave choclo 11 millones (Carrión y Herrera, 2012). Se nota entonces que el maíz suave producido en la Sierra ecuatoriana representa un rublo interesante para la EFC.

Cuadro 1. Descripción de la tenencia de la tierra según los censos de 1954, 1975 y 2000 (adaptado de Brassel *et al.*, 2008).

UPA's	Número de propiedades			Porcentaje del total de propiedades		
	Censo 1954	Censo 1975	Censo 2000	Censo 1954	Censo 1975	Censo 2000
< 5 ha	251.686	346.877	535.309	71,1	66,8	63,5
5 – 20 ha	67.650	96.360	176.726	19,1	18,6	21,0
20 – 100 ha	27.742	64.813	111.290	7,8	12,5	13,2
> 100 ha	71.56	11.091	19.557	2,0	2,1	2,3
Total ha	354.234	519.141	842.882	100	100	100
	Superficie en hectáreas			Porcentaje de la superficie total		
< 5 ha	432.220	538.700	774.225	7,2	6,8	6,3
5 – 20 ha	565.800	935.300	1'706.794	9,4	11,8	13,8
20 – 100 ha	1'138.700	2'664.700	4'614.436	19,0	33,5	37,3
> 100 ha	3'863.000	3'810.800	5'260.375	64,4	47,9	42,6
Total ha	5'999.700	7'949.500	12'355.830	100	100	100

3. La producción de maíz suave en el Ecuador

3.1. Maíces de polinización abierta

El 44% de la producción de maíz en el mundo se realiza con híbridos, el 14% con variedades de po-

linización libre mejoradas y el 42% con variedades de polinización abierta no mejoradas. Las variedades de polinización abierta se utilizan principalmente en los países en desarrollo fundamentalmente para alimentación humana. En general, el maíz de polinización abierta se siembra, dependiendo de la latitud, desde los

1600 hasta los 3000 m. s. n. m., mientras que el maíz híbrido se utiliza en las regiones tropicales de América (Pandey *et al.*, 1986). Los mismos autores indican que las variedades de maíz de polinización abierta se logran a partir de las razas nativas, se clasifican en compuestas y sintéticas, son fáciles de desarrollar y mantener, su producción es simple y más económica y permite que los agricultores pequeños conserven su propia semilla para mantener los ciclos de siembra. En la producción de semillas de polinización abierta solo participa un progenitor en la multiplicación de los materiales.

El enfoque para la conservación de variedades locales de maíz de polinización abierta de América Latina se basa en dos criterios: 1) adaptación a determinados nichos ecológicos y 2) formas especiales de consumo de variedades específicas. La utilización de germoplasma nativo varía en función del país y las necesidades de desarrollo. En general, la estrategia consiste en identificar las fuentes de germoplasma élite por medio de la caracterización y evaluación de muestras de colecciones autóctonas. Los programas nacionales e internacionales, las industrias privadas de semillas y las universidades utilizan este germoplasma para sus programas de mejoramiento. Sin embargo, todavía hay mucho germoplasma en los campos agrícolas que no ha sido evaluado para entrar en programas de mejoramiento que permitan generar materiales estables y de buenas características para uso de los productores (Márquez Sánchez, 2008).

3.2. Maíz suave de polinización abierta en Ecuador

En Ecuador se encuentran diecisiete razas de maíces suaves de polinización abierta distribuidas en la Sierra en tres grandes zonas: 1) Zona norte que comprende las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha y Cotopaxi y que produce maíces amarillos harinosos como Caucho, Huandango, Mishca y Chillos; 2) Zona central ubicada en las provincias de Tungurahua, Chimborazo y Bolívar y donde se producen maíces de grano blanco harinoso de las razas Blanco Blandito y Cuzco Ecuatoriano; y, 3) Zona sur que comprende las provincias de Azuay, Cañar y Loja y que cultiva variedades de tipo Zhima. En todas las zonas se encuentra también morocho blanco (Yanez *et al.*, 2003). La distribución de las diferentes variedades de maíz, a más de estar determinadas por las preferencias del agricultor, también se cultivan dependiendo del gusto del consumidor, se destaca el maíz amiláceo consumido intensamente por la población rural ya que a más de su valor nutritivo contribuye a la economía de la agricultura campesina (INIAP, 2008; Peñaherrera, 2011). Al momento, las variedades de maíz suave adaptadas a condiciones especiales de altitud son ampliamente difundidas en la Sierra ecuatoriana y se caracterizan por la duración del ciclo productivo en precoces o tardías. Las variedades de maíz suave desarrolladas y liberadas por INIAP se presentan en el Cuadro 2 a continuación.

Cuadro 2. Distribución y zonas de adaptación de las variedades de maíz de polinización abierta liberadas por INIAP (adaptado de INIAP, 2008).

Variedad	Tipo	Duración ciclo (días promedio)	Altitud (m s.n.m.)	Zona
INIAP 101 Blanco harinoso	Precoz	205	2400-3000	Azuay y Cañar
INIAP 102	Tardía	270	2200-2800	Chimborazo
INIAP 111 Blanco harinoso	Tardía	270	2400-2800	Bolívar
INIAP 122 Amarillo harinoso	Semi precoz	225	2200-2800	Imbabura
INIAP 153 Blanco morocho	Tardía	250	2400-3000	Azuay y Cañar
INIAP 180 Amarillo duro	Tardía	260	2200-300	Varias
INIAP 192 Blanco harinoso	Precoz	240	2200-2800	Pichincha Tungurahua Chimborazo Bolívar Azuay Cañar

El maíz de polinización abierta producido en la Sierra de Ecuador se siembra en lotes pequeños de hasta una hectárea, una buena proporción de estos lotes están ubicados en suelos marginales que incluyen áreas de ladera, en muchos de ellos no se rota con otros cultivos y los suelos están expuestos a la erosión. Además, en varias zonas se siembran todavía variedades nativas no mejoradas. Todos estos factores hacen que el rendimiento de grano o choclo sea muy bajo lo que limita la capacidad adquisitiva y restringe el uso de insumos o mecanización (Rosas-Sotomayor *et al.*, 2006). Como ilustración, en el Cuadro 3 se presentan los rendimientos generales de maíz suave obtenidos en el año 2012 en Ecuador.

Por otro lado, es interesante indicar que el maíz es parte de la agro biodiversidad en la economía de pequeños productores, especialmente en

las zonas altas de la Sierra ya que ayuda a absorber los impactos del cambiante clima, particularmente en las faldas de montañas donde las temperaturas durante el día son altas, las zonas son ventosas y reciben lluvias intensas en determinadas épocas del año y sufren sequías prolongadas en otras. Los agricultores de las zonas altas de la Sierra han aprendido a intercalar cultivos con el maíz de acuerdo al piso climático donde se encuentran para reducir el riesgo, por ejemplo, granos como la quínoa (*Chenopodium quínoa* W.), chocho (*Lupinus mutabilis* S), raíces y tubérculos como la papa (*Solanum tuberosum*), melloco (*Ullucus tuberosus* C.) y oca (*Oxalis tuberosa*). Todos estos cultivos a más de representar una alternativa de rotación de cultivos para reducir el riesgo de monocultivo representan importantes fuentes de carbohidratos, proteínas y aminoácidos (Oyarzun *et al.*, 2013).

Cuadro 3. Rendimiento de grano seco y choclo de maíz suave en la Sierra de Ecuador en el año 2014 (INEC, 2015).

Provincia	Grano seco			Choclo		
	Superficie cosechada ha	Producción t métricas	Rendimiento promedio t ha ⁻¹	Superficie cosechada ha	Producción t métricas	Rendimiento promedio t ha ⁻¹
Azuay	15.913	6.409	0.40	15.750	3.347	0.21
Bolívar	18.525	6.322	0.34	16.294	18.881	1.16
Cañar	1.189	725	0.61	1.203	233	0.19
Carchi	299	192	0.64	249	624	2.50
Cotopaxi	15.927	5.408	0.34	12.614	3.254	0.26
Chimborazo	4.864	1.691	0.35	7.668	9.296	1.21
Imbabura	2.936	1.558	0.53	1.604	3.799	2.37
Loja	4.629	4.28	0.93	4.615	4.693	1.02
Pichincha	2.12	1.156	0.34	2864	6.410	2.24
Tungurahua	203	69	0.82	5.48	20.563	3.75

4. Condiciones del cultivo de maíz suave en la Sierra ecuatoriana

4.1. Suelos de la Sierra ecuatoriana

La distribución espacial de los diferentes tipos de suelos en el Ecuador depende fundamentalmente de los factores de formación, particularmente de los materiales parentales que originaron los suelos, sin embargo, esta distribución es independiente de las regiones naturales en las que está dividido el país. Desde el punto de vista de clasificación, la Sierra ecuatoriana está dividida en tres regiones: 1) Sierra Norte que recientemente ha recibido aportes de cenizas y lapilli que han contribuido a la formación de suelos derivados de ceniza volcánica clasificados como Andisoles, 2) Sierra Central que no ha recibido aportes recientes de materiales volcánicos y que se ha desarrollado de rocas metamórficas que se han transformado en una diversidad de suelos dependiendo de la altitud; en los sectores de mayor altitud se pueden encontrar Ultisoles, en las secciones medias Molisoles y Vertisoles y en la parte baja suelos poco desarrollados como Inceptisoles y Entisoles, y 3) Sierra Sur de superficies muy irregulares formadas sobre depósitos de gra-

nitos y formaciones metamórficas junto a depósitos coluviales. En las Figuras 1 y 2 se presenta la distribución de los suelos de la Sierra ecuatoriana de acuerdo al material parental y la irregularidad del paisaje. En consecuencia, los suelos de la Sierra Norte (secciones norte y central de la Sierra) están dominados por alófana, imogolita y complejos de humus-Al y se caracterizan por ser suelos de coloración negra, con textura media, fertilidad media baja y ligeramente ácidos ubicados en los flancos internos y externos de las cordilleras y los nudos interiores, mientras que los valles, hoyas y cuencas están formadas por materiales coluvioaluviales de diferente granulometría y de mediana y baja fertilidad. Finalmente, la Sierra central y la sur (hacia el sur del país) han evolucionado de forma que han desarrollado una diversidad de suelos no volcánicos, generalmente arcillosos, distribuidos en forma aleatoria dominados por complejos ferrosos y arcillas de tipo 2:1 como montmorillonita y vermiculita. La fertilidad de estos suelos varía con el tipo de arcilla dominante (Moreno *et al.*, 2016). En todos estos suelos se cultiva maíz de polinización abierta en diversas condiciones y ambientes, siempre en lotes de pequeños productores, la mayoría en las provincias de la Sierra Norte (Cuadro 3).

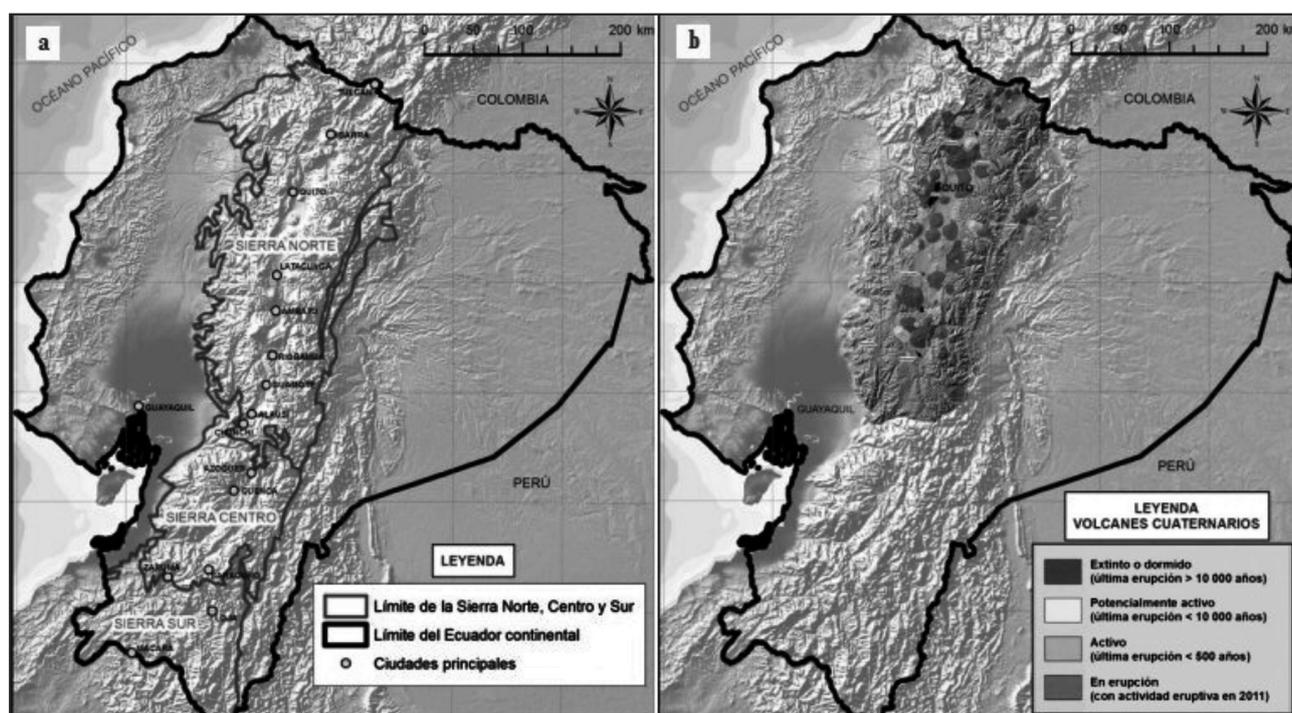


Figura 1. a) Distribución de los suelos en la Sierra ecuatoriana de acuerdo con su material parental, b) Zona de influencia volcánica que caracteriza a la Sierra Norte (Moreno *et al.*, 2016; Winckell *et al.*, 1997).



Figura 2. Áreas representativas de los suelos de la Sierra ecuatoriana, a) Chambo, Chimborazo (Sierra Norte), b) Sigsig, Azuay (Sierra Centro) y c) Olmedo, Loja (Sierra Sur) (adaptado de Moreno *et al.*, 2016).

4.2. Sistemas de producción de maíz de polinización abierta en la Sierra

La época de siembra del maíz suave en la Sierra ecuatoriana varía con la del periodo de lluvias de la zona. En general, en la Sierra Norte la época de la siembra comienza en septiembre y avanza hasta mediados de enero coincidiendo con periodos de lluvia de las zonas de producción (INIAP, 2008). El ciclo del cultivo varía desde 205 hasta 270 días (Cuadro 2), pero éste depende de que si la cosecha se hace en choclo o grano seco. La distribución de la semilla en el campo determina el espacio entre plantas o densidad de siembra, condición que influencia el desarrollo vegetativo, la distribución del follaje y captación de luz por el cultivo, factores decisivos en la producción de biomasa y rendimiento de grano de acuerdo al potencial de rendimiento del cultivar en un ambiente determinado (Chim *et al.*, 2014; Espinosa & García, 2009).

El sistema de siembra de los maíces de polinización abierta en la Sierra es, en su mayoría, un procedimiento manual, como ocurre con las variedades liberadas por el INIAP que han sido desarrolladas para siembra en áreas de pendiente. Las distancias de siembra recomendadas para estos materiales son de 1 m entre hileras y 0,50 m entre golpes de siembra que es el sitio donde se colocan de 2 a 3 semillas, esperando establecer una densidad de siembra que en teoría debería estar entre 40.000 a 60.000 plantas ha^{-1} si germinan las 2 o 3 semillas sembradas, respectivamente (Peñaherrera, 2011). Sin embargo, cuando germinan las 2 ó 3 semillas las plantas resultantes compiten por supervivencia en el sitio de germinación haciendo que las plantas crezcan en forma desuniforme, es decir, una planta crece razonablemente bien, mientras que las otras se quedan pequeñas. Esto reduce

significativamente el potencial de rendimiento de grano de estos materiales. Otras recomendaciones de densidad de siembra generadas por el INIAP son de 0,90 x 0,25 m o 1 x 0,20 m para poblaciones de alrededor de 44.000 plantas ha^{-1} (INIAP, 2008). Por otro lado, esta forma de siembra también hace variable la profundidad de colocación de las semillas en el suelo. La siembra a diferentes profundidades hace que las plantas crezcan en forma poco uniforme lo que afecta el rendimiento por competencia entre plantas y alarga en cierta forma el periodo vegetativo (Omara *et al.*, 2014).

Los niveles de rendimiento del maíz no necesariamente están ligados al nivel de sofisticación de los sistemas de producción, es decir que la siembra manual y manejo convencional de los productores de agricultura familiar tendría una buena posibilidad de rendimientos altos si el material genético utilizado está adaptado a las condiciones de clima del sitio y si los factores agronómicos como la humedad disponible, el porcentaje de germinación (población), fertilización y características agronómicas de la variedad son manejados con más cuidado (Aguiluz, 1998). Todo esto finalmente permitiría obtener rendimientos cercanos al rendimiento potencial del material genético utilizado, ya sea por peso total de grano cosechado o por el número de choclos recolectados.

4.3. Factores que afectan la producción de maíz

4.3.1. Manejo del suelo y erosión

El sistema tradicional de labores de preparación del suelo para siembra del cultivo de maíz suave utilizado por los productores en la Sierra ecuatoriana remueve el suelo para eliminar las malezas y

preparar los surcos de siembra. El manejo continuo del suelo de la manera tradicional ha promovido cambios profundos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, con efectos negativos en el rendimiento de los cultivos y en el ambiente. Los argumentos para mantener prácticas de remoción del suelo para la siembra son variados. Se dice que la remoción del suelo es necesaria para controlar las malezas, permitir una mejor aireación del suelo, evitar la compactación y desarrollar un medio adecuado para el desarrollo de las raíces. Sin embargo, la constante remoción destruye los poros del suelo afectando el movimiento de agua, gases y nutrientes y además oxida la materia orgánica (MO) y reduce

los contenidos de carbono orgánico (CO). Todas estas condiciones afectan el crecimiento saludable del cultivo ya que, al contrario de lo que se piensa, se reduce la disponibilidad y el transporte del agua, aire y nutrientes, la resiliencia del suelo a la degradación, compactación, erosión, sequía y otras condiciones de estrés (Craswell & Lefroy, 2001; Kanal & Kalli, 1996; Weil & Magdoff, 2004; Wingeyer *et al.*, 2015; Winters *et al.*, 1988). No existe en Ecuador información publicada sobre los efectos de la remoción en las propiedades del suelo, pero en el campo son evidentes las condiciones de degradación producidas por el constante movimiento de suelo para la siembra y el posterior control de malezas. En la



Figura 3. Efecto de la remoción constante del suelo para la siembra y el posterior control de malezas. Se observa la degradación del suelo por pérdida de estructura y contenido de materia orgánica.

Figura 3 se presentan ejemplos de degradación por constante movimiento de suelo en la Sierra Norte. El crecimiento de la población rural ecuatoriana ha obligado a los agricultores a usar tierras marginales para la producción, particularmente tierra de pendientes muy inclinadas de las laderas de la Sierra. Además, también por la presión sobre la tierra, los lotes se han ido dividiendo hasta crear una complicada red de minifundios donde la agricultura está limitada por la escasez de recursos y la mala ubicación de los lotes

de producción. La división de la tierra deja en el campo lotes alargados ubicados a favor de la pendiente, condición que promueve la erosión. La poca disponibilidad de tierra para la agricultura fomenta, además, el uso intenso y la utilización de prácticas agrícolas que favorecen la pérdida del suelo. Este es el caso de la práctica de preparar el suelo en el sentido de la pendiente ya sea con bueyes o con tractor (Moreno *et al.*, 2016). En la Figura 4 se presentan ejemplos de la acelerada erosión de los suelos de la Sierra de Ecuador.



Figura 4. Acelerado proceso de erosión en de productores de agricultura familiar en la Sierra ecuatoriana.

Mantener el suelo desnudo, sin protección en la superficie, es una de las principales causas de la erosión en estas zonas. Cuando el suelo no está cubierto con vegetación o con rastrojo, las gotas de lluvia desprenden las partículas fácilmente y provocan una acelerada erosión. Varias son las razones por las que los agricultores mantengan el suelo desnudo, una de ellas es la utilización del rastrojo como combustible o alimento para el ganado. La agricultura conducida en lotes pequeños y medianos es precaria por falta de recursos y tecnología. Esto hace que los cultivos crezcan en forma poco uniforme y que no cubran bien el suelo. Si a esto se suma la conformación de los surcos favor de la pendiente, el problema solamente se agrava (Dercón *et al.*, 2007; Espinosa, 2014). La erosión es quizá el problema de degradación ambiental más grave del Ecuador ya que afecta a más el 50% del suelo cultivado en la Sierra (Alvarado *et al.*, 2011).

Sin embargo, es necesario aclarar que la erosión no es patrimonio de los pequeños productores ya que también se presenta con la misma intensidad en propiedades grandes con mal manejo. El riego ha contribuido activamente al proceso erosivo, tanto en predios pequeños como en las propiedades grandes. Paradójicamente, el riego tan necesario para la producción, termina eliminando la capa fértil del suelo, el principal sostén de la producción agrícola. Muy pocos proyectos de riego incluyen las indispensables prácticas de conservación de suelos que harían eficiente y sostenible la inversión en riego (Southgate y Whitaker, 1994; Vanacker *et al.*, 2003).

4.3.2. Fertilidad y fertilización de los suelos cultivados con maíz suave

Las plantas extraen del suelo los nutrientes que requieren para su crecimiento y producción, sin embargo, cuando no se devuelven al suelo los nutrientes exportados en la cosecha la fertilidad del suelo se agota rápidamente y los rendimientos se reducen significativamente. Para devolver los nutrientes al suelo se pueden utilizar fuentes minerales y fuentes orgánicas. La forma clásica de determinar las cantidades de nutrientes necesarios para mantener el rendimiento del cultivo es la utilización del análisis de suelos como herramienta de diagnóstico. Para que el análisis de suelos sea una herramienta útil es necesario calibrarlo para el tipo de suelo y para el cultivo en el cual se desea utilizarlo (Espinosa & García, 2009). Sin embargo, en Ecuador no se ha conducido la investigación necesaria para calibrar los análisis para las variedades de maíz suave sembradas en la Sierra y esta ausencia de información complica el manejo de nutrientes en estas variedades de polinización abierta.

En el Cuadro 4 se presenta la poca información publicada sobre la absorción de nutrientes por materiales de maíz de polinización abierta que permite acercarse a una recomendación de fertilización. Esta información no es suficiente porque no toma en cuenta el aporte del suelo. Por otro lado, también aparecen en la literatura recomendaciones de fertilización basadas en el análisis de suelos como las que se presentan en el Cuadro 5 de las cuales no se conoce el trabajo de calibración.

Cuadro 4. Cantidades de macro y micronutrientes absorbidos por el cultivo de maíz de polinización abierta (Peñaherrera, 2011).

Rendimiento	Absorción de nutrientes, kg ha ⁻¹					
	N	P205	K20	Ca	Mg	S
6,3	165	55	135	43	58	30

En este punto es necesario reconocer que, en las circunstancias actuales, es muy complicado para el productor de agricultura familiar pueda acceder al servicio de análisis de suelos por su complejidad y la dificultad logística de recoger la

muestra y enviarla al laboratorio. Es aquí donde se hace necesario innovar para encontrar herramientas que permitan que el agricultor logre manejar los nutrientes en búsqueda de alcanzar el potencial de rendimiento para el clima de sitio de siembra.

La innovación en manejo de nutrientes deberá también tomar en cuenta la incorporación de los abonos verdes y otros abonos orgánicos. Los abonos verdes aprovechan el N₂ de la atmósfera incorporado en los tejidos de las leguminosas por medio de la fijación biológica. Dependiendo de la leguminosa se pueden incorporar al suelo cantidades importantes de N en forma disponible para las plantas (Jen-Hshuan, 2006; van Zwieten *et al.*, 2015). Tres t ha⁻¹ de abono verde

de vicia y avena incorporado al suelo al momento de la floración aportan 46, 14, 84 y 3 kg de N, P₂O₅, K₂O y MgO, respectivamente (Parra *et al.*, 2014). La contribución aproximada de nutrientes de una tonelada de otros abonos orgánicos es la siguiente: gallinaza 25-50, 20, 30 y 6 kg de N, P₂O₅, K₂O y MgO, respectivamente; estiércol vacuno 20, 13, 20 y 12 N, P₂O₅, K₂O y MgO, respectivamente; y, humus de lombriz 4, 5, 2 y 2 kg N, P₂O₅, K₂O y MgO, respectivamente.

Cuadro 5. Interpretación del análisis de suelos y recomendaciones de fertilización para el cultivo de maíz de polinización abierta (Peñaherrera, 2011).

Niveles según el análisis	Recomendación de nutrientes, kg ha ⁻¹		
	N	P205	K20
Bajo	60	80	60
Medio	40	60	30
Alto	20	40	20

5. Posibles innovaciones para el cultivo de maíz en la Sierra ecuatoriana

El manejo actual de las variedades de polinización abierta en manos de los productores de agricultura familiar lleva a cosechar rendimientos bajos de maíz seco o choclo. El rendimiento promedio de la producción de grano del año 2014 fue menor a una t ha⁻¹ (INEC, 2015) entendiéndose que el rango es más amplio y que deben haber rendimientos más altos en algunos sitios, pero de lo observado en el campo en los últimos años, la apariencia de los lotes hacía asumir que los rendimientos serían bajos (Cuadro 3). Es necesario entonces pensar en alternativas de manejo que permitan incrementar los rendimientos modificando las densidades de siembra, introduciendo prácticas de labranza que reduzcan o eliminen el movimiento del suelo y mejorando la nutrición del cultivo.

5.1. Alternativas al manejo de la densidad de siembra

Como norma de manejo general, los productores de maíz suave utilizan 2 a 5 semillas por golpe

logrando, aparentemente, densidades de 35 000 a 40 000 plantas ha⁻¹ (Tobar, 2006). El colocar varias semillas en el mismo hoyo de siembra hace que exista competencia por recursos entre las plántulas germinadas y esto hace que una sola planta crezca bien, mientras que el crecimiento de las otras es limitado lo que reduce notablemente la real población de plantas en el campo. INIAP recomienda sembrar a 0,90 x 0,25 m o 1 x 0,20 m utilizando 2-3 semillas por golpe para lograr poblaciones de 44.000 a 50.000 plantas ha⁻¹ lo que permitiría alcanzar rendimientos de grano de 2,6 a 3,2 t ha⁻¹ (INIAP, 2008; Peñaherrera, 2011). Si se toma en cuenta que el rendimiento de una variedad de maíz depende de la radiación solar, la temperatura y la densidad de siembra (Evans, 1993), siendo la densidad la que controla la tasa a la cual se desarrollan las hojas bajo una particular condición de radiación solar y temperatura, es decir, controla la magnitud de fotosíntesis de las hojas, es necesario evaluar cambios en la densidad de siembra normalmente utilizada en maíz suave en la Sierra de Ecuador.

El espaciamiento de semillas determina la distribución de las plantas en el campo, afecta la estructura de las plantas, la intercepción de la luz y la eficiencia de uso de la radiación y, en consecuencia, afecta la acumulación de biomasa y el rendimiento de grano (Chim *et al.*, 2014; Omara *et al.*, 2014). Con estas premisas en mente, Chim *et al.* (2014) iniciaron trabajos de investigación para probar el efecto de diferentes espaciamientos entre hileras y plantas para alcanzar diferentes densidades de siembra con maíz híbrido sembrado manualmente simulando lo que podrían hacer los productores cultivando áreas pequeñas de maíz híbrido en América Central. Se probaron densidades de siembra de 1, 2 y 3 semillas por golpe con espaciamiento entre plantas 0,16, 0,32 y 0,48 m y 0,76 m entre hileras, lo que se traduce en poblaciones de 80.000, 40.000 y 30.000 plantas ha⁻¹. Los mejores rendimientos se obtuvieron con espaciamientos de 0,16 m con una sola semilla por golpe (11,3 t ha⁻¹), con el espaciamiento de 0,32 m se tuvo menor producción (6,5 t ha⁻¹). Se observó que el rendimiento disminuye de 12 a 15% si se pone más de una semilla por golpe. En general, los mejores rendimientos se obtuvieron sembrando una semilla a una distancia de 0,16 m entre plantas y a 0,76 m entre hileras. Se pudo calcular, además, que el rendimiento se puede incrementar en 0,25 t ha⁻¹ por cada 2,54 cm en espaciamiento.

Como se había indicado, al disminuir el espaciamiento entre plantas se logra un mejor aprovechamiento de la radiación solar y de la fertilidad del suelo, sin embargo, los efectos positivos del incremento de población llegan a estabilizarse en determinado momento para luego convertirse en un efecto negativo ya que se genera estrés por competencia entre plantas. Esta información serviría de base para diseñar experimentos que permitan conocer el potencial de rendimiento de grano de las variedades de maíz suave cultivadas en la Sierra cuando se las siembra a diferentes densidades. Por otro lado, los resultados de los experimentos con densidades demostraron que existe una relación directa entre la cantidad de plantas y el número de mazorcas obtenidas, indicando que con la distribución en el campo todas las plantas tienen la oportunidad de producir mazorca. Esto es también alentador para los agricultores que producen choclo ya que el número de mazorcas en choclo fresco aumenta con las densidades, con la densidad de 80.000 plantas ha⁻¹ se obtendrían las respectivas mazorcas haciendo más rentable la producción.

Investigación conducida en Ecuador en los últimos años reporta rendimientos de 5,2 y 7,4 t ha⁻¹ de grano de maíz suave en las provincias de Bolívar y Pichincha, respectivamente, utilizando 2 semillas por golpe en una densidad de 50.000 plantas ha⁻¹ con

un manejo diferente de la nutrición del cultivo y labranza cero (Alvarado *et al.*, 2011).

5.2. Alternativas al manejo del suelo

El manejo convencional del suelo por parte de los productores de maíz de la Sierra ecuatoriana remueve excesivamente el suelo y promueve la degradación al destruir la estructura y oxidar la MO. Parecería que la íntima relación de la mujer u hombre de campo con la tierra haría obligatorio el proceso de movimiento del suelo para producción. Diversas son las razones esgrimidas por los productores para mover el suelo, entre otras, control de malezas, aireación del suelo, mejor condición para la germinación de las semillas, etc., sin embargo, los efectos a largo plazo del constante movimiento del suelo causan el efecto completamente contrario al buscado, es decir, incrementan la población de malezas, destruyen la agregación del suelo e impiden la circulación de aire, agua y nutrientes y reducen drásticamente el contenido de MO. Todas estas condiciones reducen la fertilidad del suelo y promueven la erosión.

De hecho, la erosión es uno de los problemas que enfrentan los productores de agricultura familiar. La principal consecuencia de la erosión es la pérdida de suelo productivo, el recurso más valioso para la agricultura. La erosión arrastra las capas superficiales del perfil del suelo que son las que tienen mayor contenido de MO y nutrientes. Las nuevas capas de suelo expuestas a la superficie tienen baja fertilidad y malas condiciones físicas. En consecuencia, los cultivos sembrados en suelos erosionados tienen poco vigor y baja productividad. A medida que avanza la erosión y se pierde más suelo, la situación se hace más precaria hasta que finalmente aflora el subsuelo, dejando una matriz de suelo completamente improductiva. Estas condiciones son comunes en muchas áreas de la Sierra ecuatoriana y solo traen pobreza, lo que lleva finalmente al abandono del campo (Vanacker *et al.*, 2003). Los suelos erosionados son menos fértiles y producen cultivos menos vigorosos que cubren menos el suelo, dejan menor cantidad de residuos y pierden paulatinamente la MO. Este efecto lo ven los agricultores en el campo y es común el comentario de que la parcela antes producía más y mejores cosechas (Moreno *et al.*, 2016).

En el pasado, el problema de erosión se minimizaba porque los suelos eran profundos y las zanjas y cárcavas provocadas por la erosión eran cubiertas con un pase de tractor o bueyes y, aparentemente, nada había ocurrido. Esto simplemente continuaba reduciendo la profundidad del suelo hasta que aparecía el subsuelo. Este ha sido un problema de muchos años que ha degradado completamente los suelos en muchos sitios de la Sierra.

Los métodos para controlar la erosión no son desconocidos ni complicados de adoptar. Sin embargo, muchos productores los ven como una molestia porque obligan a manejar los lotes en forma diferente a la tradicional, que, aparentemente, es más rápida y simple. Los objetivos de la adopción de estas prácticas de conservación deben buscar proteger la superficie del suelo y reducir el volumen y la velocidad del agua de escorrentía sobre el campo (Espinosa, 2014).

Quizá la práctica de manejo que mejor controla la erosión en el campo es la siembra directa (SD) que se basa en la siembra de los cultivos sin remover el suelo dejando sobre el campo todos los residuos de la cosecha anterior (Lal *et al.*, 2007; Rivera, 2003). Este es un sistema de manejo del suelo que se practica en áreas extensas en América del Norte y en las planicies de Argentina y Brasil en América del Sur con el uso intenso de maquinaria agrícola y que ha demostrado que se puede producir rendimientos altos en forma sostenida sin la necesidad de remover el suelo (Wingeyer *et al.*, 2015). A pesar del éxito de la SD en extensas zonas del mundo, esta forma de manejo no ha sido adoptada en las zonas de cultivo en manos de pequeños productores América Central y América del Sur. La SD es ideal para el cultivo de maíz de polinización abierta en la Sierra de Ecuador y se ajustaría fácilmente al manejo del cultivo. Han sido pocos los intentos por probar el sistema con pequeños productores porque aparentemente es muy complicado que sea adoptado por la agricultura familiar.

Experimentos conducidos por el INIAP en las provincias de Bolívar y Pichincha no solamente demostraron que la SD es factible sino que también es posible obtener rendimientos de maíz de polinización abierta considerablemente más altos que los obtenidos con labranza convencional (5,2 y 7,4 t ha⁻¹ de grano con SD en Bolívar y Pichincha, respectivamente) (Alvarado *et al.*, 2011). Existe una amplia gama de posibilidades de investigación en SD con maíz y otros cultivos de la Sierra que permiten documentar el efecto de esta práctica en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, el control de erosión, el secuestro de carbono y los rendimientos.

Se ha desarrollado equipo para SD adaptado a las condiciones de pequeños productores que se ha probado en diferentes países, particularmente Brasil. Estos equipos funcionan bien, pero su costo alto limita su uso por los productores de agricultura familiar. En la Figura 5 se observa el uso de un equipo de siembra directa y el resultado de la siembra de maíz de polinización abierta en la Sierra de Ecuador. Normalmente, los pequeños agricultores siembran maíz con un espeque, es decir, un madero alargado con punta afilada en uno de los extremos. La siembra se puede hacer razonablemente bien, se puede colocar las densidades esperadas y el artefacto es simple y fácil de usar. En la Figura 6 se presenta el resultado de SD de maíz con espeque en lotes de pequeños productores.



Figura 5. Siembra de maíz de polinización abierta usando el equipo Sembra 2000 en lotes de pequeños productores en Riobamba, Ecuador.



Figura 6. Siembra de maíz de polinización abierta utilizando el tradicional espeque en lotes de pequeños productores en Checa, Pichincha, Ecuador.

Recientemente, la universidad de Oklahoma condujo una investigación para innovar el espeque utilizado para sembrar maíz por pequeños productores de América Central. Producto de esta investigación se diseñó el denominado sembrador de mano (hand planter) que es un dispositivo que deposita una sola semilla por golpe, asegura uniformidad de la profundidad de siembra y de la colocación del fertilizante. Los rendimientos obtenidos fueron mayores de $9,0 \text{ t ha}^{-1}$ de grano de maíz híbrido con poblaciones que variaron de 60.000 a 90.000 plantas ha^{-1} . El dispositivo tiene un diseño sencillo y accesible para los agricultores, está estructurado

por un eje giratorio y tiene una punta hueca de metal diseñada para penetrar el suelo y depositar únicamente una semilla (Omara *et al.*, 2014). La uniformidad en la profundidad de siembra es un factor importante para asegurar la población, ya que la siembra demasiado profunda afecta la uniformidad de la población, genera competencia entre plantas y afecta directamente al rendimiento de grano (Bragachini *et al.*, 2012). En la Figura 7 se presenta el uso y diseño del sembrador de mano desarrollado por la universidad de Oklahoma. Este dispositivo debe probarse con los productores de maíz de polinización abierta de la sierra de Ecuador.

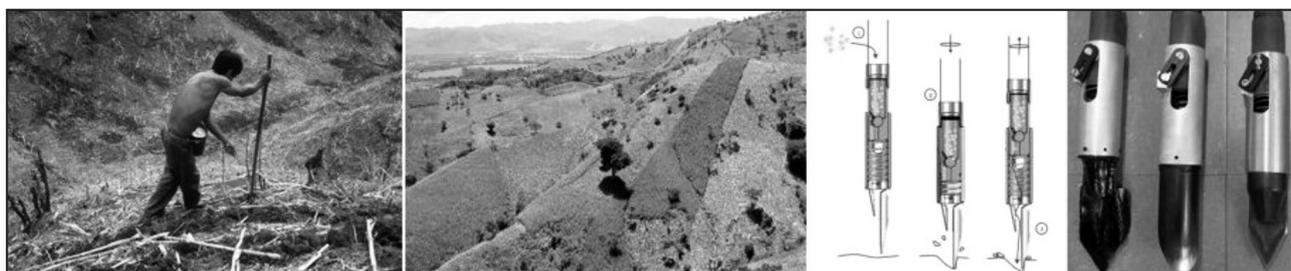


Figura 7. Uso y diseño del sembrador de mano (hand planter) desarrollado por la universidad de Oklahoma ((Raun & Taylor, 2014).

6. Conclusiones

Las tierras de los productores de agricultura familiar en la Sierra ecuatoriana están, en su mayoría, ubicadas en suelos con pendientes propensas a erosión. Además de la erosión, el constante movimiento para las labores de siembra y control de malezas ha desgastado el suelo con el consecuente deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas junto con la pérdida constante de carbono orgánico.

La producción de maíz suave de polinización abierta para grano seco y choclo es una opción interesante dentro de los de cultivos que los pequeños agricultores utilizan para su sustento y para la generación de ingresos a su economía. Sin embargo, las técnicas tradicionales para producción de maíz como la preparación del suelo y la siembra no logran que se desarrolle el cultivo y produzca el potencial que el ambiente permite. El tradicional método de siembra que ubica de 3 a 4 semillas por golpe, a una distancia de 1 m entre hileras y 0,50 m entre golpes, no permite alcanzar una población de plantas que logre utilizar la radiación solar en forma eficiente. Además, solo una planta de las que geminan en el sitio de siembra logra establecerse bien y las otras quedan pequeñas por competencia. Todo esto reduce significativamente la posibilidad de alcanzar un rendimiento adecuado.

Se ha demostrado que se puede lograr poblaciones altas y uniformes de maíz de polinización abierta en el campo utilizando cuidadosamente el espeque y colocando una sola semilla por sitio a distanciamientos que pueden variar de 0,7 a 0,8 m entre hileras y de 0,18 a 0,25 m entre plantas para lograr densidades de siembra superiores a 60.000 plantas ha^{-1} . De esta forma, las plantas crecen uniformemente, pueden utilizar la luz de manera eficiente y pueden acumular rendimientos de grano adecuados. Si el objetivo es producir choclo, esta forma de siembra asegura una mazorca de adecuado tamaño por planta que permite producir buen choclo para el mercado. Si bien existe equipo para siembra de granos en lotes de pequeños productores, estos son caros y difíciles de conseguir y de mantener. El uso cuidadoso del espeque permite realizar un trabajo adecuado con respecto a la población de plantas en el campo. Al respecto, trabajos realizados con pequeños productores de maíz en América Central ha permitido desarrollar un sembrador manual que es un espeque mejorado que permite colocar una sola semilla a una profundidad uniforme para lograr de esta forma establecer poblaciones igualmente espaciadas que utilicen eficientemente la radiación solar. Se debe explorar las posibilidades del uso de este sembrador con los pequeños productores de maíz de la Sierra Ecuatoriana.

Por otro lado, es necesario reducir o eliminar el movimiento del suelo para tareas de siembra y control

de malezas por medio de la SD o cero labranza. Con la SD no se remueve el suelo, se dejan que se acumulen los residuos de cosechas anteriores en la superficie y se coloca la semilla en el suelo sin moverlo utilizando el espeque. Esta es quizá la práctica de manejo de suelo que tendrá más impacto a largo plazo en la producción ya que permite que los suelos se recuperen al mejorarse sus propiedades físicas, químicas y biológicas al lograr acumular nuevamente carbono orgánico en el suelo.

Referencias

- Aguiluz, A. (1998). Evaluación de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de grano blanco y amarillo en ambientes de Centroamérica, Panamá y el Caribe en 1996. *Agronomía Mesoamericana*, 9, 28-37.
- Alvarado, S., Jaramillo, R., Valverde, F. & Parra, R. (2011). *Manejo de nutrientes por sitio específico en el cultivo de maíz bajo labranza de conservación para la provincia de Bolívar*. INIAP-IPNI, Quito, Ecuador.
- Berry, A. & North, L. (2011). *Los beneficios de la pequeña propiedad en el campo*. Consultado el 20 de Marzo 2011, de <http://www.rebellion.org/noticias/2011/10/138180.pdf>.
- Bragachini, M., Méndez, A., Scaramuzza, F., Vélez, J. & Villarroel, D. (2012). *Impacto de la velocidad y la profundidad de siembra sobre uniformidad en la emergencia y distribución de plantas en maíz*. Congreso de Valor Agregado en Origen. AACCS, Córdoba, Argentina.
- Brassel, F., Zapatta, A. & Ruiz, P. (2008). *La Estructura agraria en el Ecuador: una aproximación a su problemática y tendencias*. In F. Brassel, S. Herrera and M. Laforge, editors, *Reforma Agraria en el Ecuador: viejos temas nuevos argumentos*. SIPAE, Quito, Ecuador. p. 17-32.
- Carrión, D. & Herrera, S. (2012). *Ecuador rural del Siglo XXI: Soberanía alimentaria, inversión pública y política agraria*. Instituto de Estudios Ecuatorianos, Quito, Ecuador.
- Chim, B.K., Omara, P., Macnack, N., Mullock, J., Dhital, S. & Raun, W. (2014). Effect of seed distribution and population on maize (*Zea mays* L.) grain yield. *International Journal of Agriculture*, 2014, 1-8.
- Craswell, E. & Lefroy, R. (2001). The role and function of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61, 7-18.
- La utilización de técnicas que mejoren la calidad del suelo, como la siembra directa, y que incrementen la densidad del cultivo distribuyendo las plantas uniformemente en el campo, logran incrementos sustanciales de producción en grano y choclo que contribuirían positivamente a mejorar los resultados económicos de las estrategias de producción de la agricultura familiar.
- Dercon, G., Govers, G., Poesen, P., Sánchez, H., Rombaut, R., Vandenbroeck, G., Loaiza, J. & Deckers, J. (2007). Animal-powered tillage erosion assessment in the southern Andes region of Ecuador. *Geomorphology*, 87, 4-15.
- Espinosa, J. (2014). La erosión en Ecuador, un problema sin resolver. *Siembra*, 2, 56-70.
- Espinosa, J. & García, J. (2009). *Herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz*. En J. Espinosa & F. García (eds), *Memorias del Simposio "Uso eficiente de Nutrientes"* presentado por el IPNI en el XVIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. International Plant Nutrition Institute (IPNI), Costa Rica. p. 49-56.
- Evans, L.T. (1993). *Crop evolution, adaptation, and yield*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Gondard, P. & Mazurek, H. (2001). Treinta años de reforma agraria y colonización en el Ecuador (1964-1994). *Revista Estudios de Geografía. Dinámicas Territoriales*, 10. CEN, CGE, IRD, PUCE, Quito.
- INEC. (2015). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Quito, Ecuador.
- INIAP. (2008). *Informe anual de actividades del Programa de Maíz*. Programa de Maíz - Estación Experimental Santa Catalina, Quito, Ecuador.
- Jen-Hshuan, C. (2006). *The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility*. International workshop on sustained management of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use. Land Development Department Bangkok, Bangkok, Thailand.
- Kanal, A. & Kolli, R. (1996). Influence of cropping on the content, composition and dynamics of organic

- residue in the soil of the plough layer. *Biology and Fertility of Soils*, 23, 153-160.
- Lal, R., Reicosky, D. & Hanson, J. (2007). Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil and Tillage Research*, 93(1), 1-12.
- Márquez Sánchez, F. (2008). De las variedades criollas de maíz (zea mays) a los híbridos transgénicos: I. Recolección de germoplasma y variedades mejoradas. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 5(2), 151-166.
- Moreno, J., Yerovi, F., Herrera, M., Sánchez, D. & Espinosa, J. (2016). *Soils from the ecuadorian highlands*. En: J. Espinosa, J. Moreno and G. Bernal, (eds), Soils of Ecuador. Springer, Netherlands.
- Omara, P., Koller, A., Lam, E., Macnack, N., Ringer, J., Mullock, J., Dhital, S. & Raun, W. (2014). Hand planter for maize (*Zea mays* L) in the developing world. *Journal of Plant Nutrition*, 368, 12-24.
- Oyarzun, P.J., Borja, R.M., Sherwood, S. & Parra, V. (2013). Making sense of agrobiodiversity, diet, and intensification of smallholder family farming in the highland Andes of Ecuador. *Ecology of Food and Nutrition*, 52(6), 515-541.
- Pandey, S., Diallo, A., Islam, T. & Deutsch, J. (1986). Progress from selection in eight tropical maize populations using international testing. *Crop science*, 26(5), 879-884.
- Parra, R., Quishpe, J., Valverde, F. & Alvarado, S. (2014). *Los abonos verdes*. INIAP, Quito, Ecuador.
- Peñaherrera, D. (2011). *Módulo IV: Manejo integrado del cultivo de maíz suave*. Módulos de capacitación para capacitadores. INIAP, Quito, Ecuador. p. 52.
- Raun, B. & Taylor, R. (2014). *OSU green seeder planter*. Consultado el 15 de Diciembre 2015, de http://nue.okstate.edu/Hand_Planter.htm.
- Rivera, J. (2003). *La labranza de los suelos en el tropico: ¿necesidad o costumbre?*. Curso nacional: Hacia un nuevo enfoque de producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales en la empresa ganadera. CORPOICA, Manizales, Colombia.
- Rosas-Sotomayor, J.C., Guzmán, O.G. & Torres, J.J. (2006). Mejoramiento de maíces criollos de Honduras mediante la aplicación de metodologías de fitomejoramiento participativo. *Agronomía Mesoamericana*, 17(3), 383-392.
- Southgate, D. & Whitaker, M. (1994). *Economic Progress and the Environment. One Developing Country's Policy Crisis*. Oxford University Press, New York.
- Tobar, M. (2006). *Mejora genética de la variedad de maíz Chillo (Zea mays L) por selección basal visual estratificada moderna (segundo ciclo)*. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Escuela Politécnica del Ejército, Quito, Ecuador.
- van Zwieten, L., Rose, T., Herridge, D., Kimber, S., Rust, J., Cowie, A. & Morris, S. (2015). Enhanced biological N₂ fixation and yield of faba bean (*Vicia faba* L.) in an acid soil following biochar addition: dissection of causal mechanisms. *Plant and Soil*, 395, 7-20.
- Vanacker, V., Govers, G., Barros, S., Poesen, J. & Deckers, J. (2003). The effect of short-term socio-economic and demographic change on landuse dynamics and its corresponding geomorphic response with relation to water erosion in a tropical mountainous catchment, Ecuador. *Landscape Ecology*, 18(1), 1-15.
- Vásquez, L. & Saltos, N. (2000). *Ecuador: su realidad*. Fundación de Investigación y Promoción Social José Peralta, Quito, Ecuador.
- Weil, R. & Magdoff, F. (2004). *Significance of soil organic matter to soil quality and health*. En: F. Magdoff and R. Weil, (eds), *Organic Matter in Sustainable Agriculture*. CRC Press, Boca Ratón, USA.
- Winckell, A., Zebrowski, C. & Sourdat, M. (1997). *Los paisajes naturales del Ecuador*. Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica (CEDIG) - IPGH (Sección Ecuador) - IRD (Francia) - IGM, Quito, Ecuador.
- Wingeyer, A., Amado, T., Pérez-Bidegain, M., Studdert, G., Perdomo, C., García, F. & Karlen, D. (2015). Soil quality impacts of current South American agricultural practices. *Sustainability*, 7, 2213-2242.
- Winters, P., Espinosa, P. & Crissman, C. (1988). *Manejo de los recursos en los andes ecuatorianos*. Ediciones Abya-Yala, Quito, Ecuador.
- Yanez, C., Zambrano, J., Caicedo, M., Sanchez, H. & Heredia, J. (2003). *Catálogo de germoplasma de recursos genéticos de maíces de altura Ecuatorianos*. Programa de Maíz, EESC-INIAP, Quito, Ecuador. p. 10.

Recuperación de un ecosistema perturbado en el cerro El Castillo del Bosque Protector Mindo Nambillo

Recovery of the ecosystem disturbed in El Castillo hill of the protected forest Mindo Nambillo

Herman Hernández Benalcázar¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador.

Resumen

En el cerro El Castillo del Bosque Protector Mindo Nambillo, por donde atraviesa la ruta del Oleoducto de Cru- dos Pesados (OCP), se realizó la presente investigación descriptiva. Es una zona de vida Bosque Muy Húmedo Montano, también considerado como Bosque de Neblina Montano. En la construcción del Oleoducto, en todo su recorrido y en un ancho de 15 m, se provocaron fuertes perturbaciones antrópicas. Después de tres meses de provocada la perturbación, y de haberse realizado trabajos de recomposición de la vegetación en la zona, se hicieron observaciones de la cubierta vegetal para verificar la recuperación del ecosistema del área, comparan- do los resultados obtenidos con la descripción de la línea base presentada por ENTRIX en el 2001. El método del Área Mínima se utilizó para el conteo y análisis de la cubierta vegetal, en una superficie de 64 m², donde se encontraron 93 especies de plantas herbáceas y arbustivas, de 29 familias. Ninguna de las especies herbáceas encontradas fueron incluidas en el inventario realizado en la Línea Base de la OCP antes de la perturbación. Al hacer la comparación entre las plantas herbáceas que se encontró en el lugar abierto con el interior del bosque tampoco se las encontraron, con lo que se comprueba que en la recuperación y recomposición de un ecosistema intervienen especies pioneras herbáceas y arbustivas que migraron a través de muchos factores o que sus semillas se mantienen en latencia por mucho tiempo y de esa manera un ecosistema se regenera, se recupera y vuelve a su estado de equilibrio, mientras no existan otras perturbaciones.

Palabras clave: ecosistemas perturbados, regeneración natural, perturbaciones antrópica.

Abstract

This research was carried out in El Castillo Hill of the Protected Forest Mindo Nambillo, where the heavy crude oil pipeline (OCP) route crosses. It is a life zone known as humid montane forest, also considered as Cloud Forest Montano. Along the construction of the pipeline, and 15 m wide, a strong human disturbance was caused. After three months of the caused disturbance and the rebuilding of vegetation, a study of the vegetation cover for verifying the ecosystem recovery was performed. The results were compared with the description of the baseline made by ENTRIX in 2001. Minimal Area Method was used, with 64 m² plot size. As result, 93 species of herbaceous and woody plants, of 29 families, were found. None of the herbaceous species found in the study were observed at the inventory of the OCP baseline. Moreover, no coincidences of herbaceous plants where found between open area and interior forest. So, intervention of herbaceous pioneer species and shrubs, which migrate through several factors or which seeds latency is long-term, is probed in the recovery and re- composition of an ecosystem, and this the way how an ecosystem regenerates, recovers backs to its equilibrium state, while no other disturbances exist.

Keywords: disturbed ecosystems, natural regeneration, anthropogenic disturbances.

1. Introducción

En la construcción de grandes y pequeñas obras de infraestructura se producen perturbaciones que provocan desequilibrios en los ecosistemas. Estas perturbaciones son de dos tipos: naturales y antrópicas. En los dos casos, la naturaleza busca equilibrarse en corto, mediano o largo tiempo, siempre y cuando las perturbaciones no sean permanentes o se provoque con exagerada frecuencia. Las perturbaciones antrópicas son las que más provocan desequilibrios pues producen impactos de consideración que llegan incluso a dañar los ciclos naturales, al punto de desaparecer una o varias especies, Sin embargo, el hombre puede ser uno de los mejores agentes de dispersión que ayuden al establecimiento de muchas especies que tienen dificultades de establecerse a fin de lograr la inmediata recuperación del sistema (Hernández, 1996).

Varios estudios han demostrado que solo cuando se efectúan grandes aberturas de un bosque o se realicen parches en un espacio abierto, es posible la pérdida gradual de especies, después de la subdivisión del hábitat, pero también es posible ganar otras especies mientras ocurre el transcurso normal de la sucesión (Robinson *et al.*, 1992). En una primera etapa, apenas las especies con semillas pequeñas pueden establecerse en áreas degradadas. A medida que la vegetación forestal se restablece en esas áreas, nuevos elementos del bosque deberán entrar como participantes del proceso (Uhl *et al.*, 1991), es el caso de los animales, desde los más pequeños hasta los más grandes y complejos. Por último, dentro del proceso de sucesión es muy importante considerar el aspecto de competencia y asociaciones simbióticas que son mecanismos adaptados por muchas especies para sobrevivir (Finegan, 1992).

En primera instancia, las plantas que dominan después de una perturbación intensiva son las herbáceas, especialmente las gramíneas. Así lo demuestra un trabajo de investigación realizado por Junk & Piedade (1993) en las riberas del río Amazonas, cerca de la ciudad de Manaos.

Aunque resulta bastante difícil describir el arribo, el establecimiento y las relaciones de asociación y competencia entre especies, dentro del modelo de sucesión de Connell & Slatyer (1977) se trata de explicar las relaciones entre las diferentes especies que llegan a poblar un determinado lugar de una perturbación (McCook, 1994).

Junk & Piedade (1993) encontraron algunos atributos en las especies herbáceas que dominaron los terrenos perturbados: 1. Resistencia de las semillas y esporas a las inundaciones y la desecación, 2. Cortos ciclos reproductivos, 3. Altos índices de reproducción, 4. Alta producción primaria, 5. Tolerancia a las plantas adultas, a las inundaciones y sequías y, 6. Adaptaciones para mantenerse con diferentes niveles de agua. El corto ciclo de vida y el alto índice reproductivo, permiten una rápida colonización del hábitat perturbado y la sucesión de una población estratégica perdida (Junk & Piedade, 1993).

Después de una perturbación en un ecosistema el paisaje se transforma; se produce de estado en estado una *sucesión* de formaciones vegetales arbustivas por la reconstrucción del ecosistema característico de la zona concerniente (Anderson, 1990). Se trata de una evolución ordenada y previsible, verdadero desarrollo del ecosistema terminal. La formación terminal de estructura y de composición florística estables dentro de las condiciones definidas por el clima regional, es el clímax (Barbault, 1990). Para Odum (1969), sucesión ecológica es el proceso ordenado de desarrollo de las comunidades, efectuándose según una dirección bastante constante y por tanto previsible (Daget & Gordon, 1970). Sobre la base de estos conceptos, puede decirse que la sucesión secundaria es la respuesta natural a una perturbación. En consecuencia, para hablar de sucesión secundaria, es necesario hablar de las perturbaciones (Barbault, 1990).

En pastizales abandonados sujetos a poco uso se observó regeneración forestal vigorosa. La media de acumulación de la biomasa a nivel del suelo es de 10 t ha⁻¹ año⁻¹ u 80 t después de 8 años (a grosso modo o tercio de los niveles de biomasa de bosques maduros), se encontraron retoños de 20 árboles por cada 100 m². En pastizales abandonados sujetos a un moderado uso fueron también desarrollando características del bosque, pero la acumulación de la biomasa fue solamente de 5 t ha⁻¹ año⁻¹ (la mitad del índice presentado en pastizales de poco uso). Individuos alcanzan la vía del brote, de semilla a bancos de semillas, o semillas dispersas, pero la riqueza de tres especies fue solamente más baja que en sitios de poco uso y el número de árboles de bosque fue menor. Finalmente, en pastizales abandonados, sujetos al mayor uso, tuvieron al menos distintos patrones de sucesión. Los sitios solo de 8 años fueron dominados por poaceas y asperezas,

con apenas un árbol por 100 m² y una acumulación de biomasa a nivel del suelo de 0.6 t ha⁻¹ año⁻¹, un valor solamente alrededor de 6% de lo encontrado en sitios de poco uso (Uhl *et al.*, 1990).

Después de una perturbación donde existe remoción del suelo, una gran parte de las raíces de la mayoría de las plantas están en los horizontes altos del suelo. Generalmente del 65 al 80% de las raíces se encuentran sobre las 6 pulgadas. El volumen total de las raíces decrece como la profundidad del suelo se incrementa (USDA, 1988). Dentro de sus galerías las lombrices de tierra ingieren un volumen importante de suelo que transportan, aflojándolo en el suelo o en la superficie. La masa de desecho de las lombrices ha sido evaluada en 300 t ha⁻¹ año⁻¹ en las zonas templadas. En las zonas tropicales, donde la temperatura elevada incrementa la actividad de las lombrices de tierra, esta masa se estima entre 850 - 1150 t ha⁻¹ año⁻¹, de las cuales 25 t serían depositadas en la superficie. También las lombrices pueden ingerir 10 veces su propia masa de suelo por día, y hasta 36 veces en el caso de lombrices jóvenes (Motalib & Rida, 1994).

Cuando existen alteraciones, como el levantamiento de la capa vegetal, el movimiento del suelo por actividad agrícola u otras actividades, se producen efectos de desequilibrio en el sistema, porque se expone a los elementos constituyentes del mismo a otras

condiciones, sean estas de luz, de temperatura, de aire y al golpe directo del agua cuando llueve, sin embargo, también es un sistema que se recupera inmediatamente, según la intensidad de la alteración o perturbación.

2. Materiales y métodos

El sitio de estudio fue el cerro El Castillo del Bosque Protector Mindo Nambillo, localizado en las coordenadas 00° 02' 52.0'' S; 78° 38' 48.9'' W y 2.625 m.s.n.m. Es un bosque muy húmedo de una zona nublada, es primario intervenido, bosque perenne, corresponde a la región bioclimática húmeda subtropical y zona de vegetación de bosque muy húmedo montano según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (BmhM) (Cañadas Cruz, 1983).

Es una zona con pendientes muy pronunciadas, se observa roca meteorizada, suelo bien drenado y fácilmente deleznable si no se mantiene una cubierta vegetal.

En este lugar se realizaron obras de ingeniería a fin de colocar la tubería del Oleoducto de Crudos Pesados (OCP), ejecutar aseguramientos y sostenimiento de la misma, Esta actividad antrópica provocó un gran impacto en el ecosistema, específicamente en la flora y la fauna del lugar (Figura 1).



Figura 1. Obra de ingeniería en fase de construcción.

En una primera visita se hizo el reconocimiento del área. Se recorrió desde el cerro Guarumos, pasando por los cerros El Castillo y el Campanario, hasta llegar al campamento de Bella vista. En este recorrido se determinó el lugar donde se debían hacer las observaciones y se tomaron algunos datos de referencia.

El lugar determinado para realizar las observaciones fue el cerro El Castillo, tanto en la parte oriental del cerro como en la parte occidental, según las siguientes consideraciones: a) Se observa que en este lugar es donde se hizo una obra de ingeniería de gran envergadura para la ubicación de la tubería, b) Es un lugar bastante frágil, por encontrarse en la cresta de montaña, c) Por el hecho de haber sido un lugar difícil de trabajar para realizar las obras de ingeniería, ya sea por la remoción de tierra, la co-

locación de la tubería, el aseguramiento y el sostenimiento de la misma, debió haberse provocado un gran impacto en el ecosistema, específicamente en la flora y la fauna del lugar, d) Porque se observa que para evitar escurrimientos de tierra hacia las laderas adyacentes, se utilizaron materiales de hormigón y geo-membranas de sostenimiento.

En una segunda visita se realizó el conteo de las especies herbáceas dentro del Derecho de Vía, utilizando el método del Área Mínima (Barbour, Burk & Pitts, 1973) a fin de hacer el análisis cuantitativo de la flora que se ha restablecido después de la perturbación producida, incluyendo las tres especies sembradas *Phaseolus polyanthus* (gualea), *Paspalum* sp. (nudillo) y *Panicum polygunatum* (cola de conejo), por recomendación de la Fundación Jatun Sacha (Figura 2).



Figura 2. Área Mínima, conteo e identificación.

Finalmente, se hicieron las comparaciones entre las especies herbáceas existentes en el interior del bosque y la Línea Base realizada por la empresa ENTRIX, en el 2001 (OCP Ecuador S.A., 2001) para la OCP, con los resultados obtenidos en este trabajo.

3. Resultados

El sitio de estudio es un bosque intervenido porque tiempo atrás fue explotado, según referencias de moradores que manifiestan que se extrajo madera, especialmente de cedro, y según se recoge en el Plan General de Desarrollo de Pichincha (Gobierno de la Provincia de Pichincha, 2002), se han encontrado señales de la presencia de cedros en el bosque protector Mindo Nambillo. Esto se confirmó al encontrar algunos ejemplares de esta especie maderable, al igual que de encino.

En la lista de especies de plantas inventariadas por la empresa ENTRIX para la OCP en el 2001 (Línea base), no se encuentra ninguna de las plantas herbáceas encontradas en el área observada, ni se

encuentran modificaciones de los registros de monitoreo desde el primero hasta el séptimo realizado en el 2005 (OCP Ecuador S.A., 2005).

En el interior del bosque tampoco se encuentran las especies herbáceas que corresponden a las familias enlistadas en la Tabla 1. Sin embargo, en el margen de la perturbación se encontraron las especies: *Carludovica palmata* (Cyclantaceae), *Guzmania* sp. (Bromeliaceae), *Zagalita* sp. (Ericaceae), *Palicuria* sp (Rubiaceae), a las que se las puede considerar que comparten los dos ambientes.

El área mínima en la que se encuentran casi todas las especies es de 64 m² (Figura 3). Cabe señalar que la mayoría de especies encontradas y contadas son herbáceas y muy pocas arbustivas. En el área mínima de 64 m² se encontraron 93 especies en 29 familias, distribuidas según se muestra en la Tabla 1. La mayoría de especies que se encuentran en el lugar, son especies pioneras y heliófilas, de las cuales el 18% corresponde a la familia de las asteráceas y el 10% a las poáceas. Pocas de estas especies pioneras se encuentran en el interior del bosque.

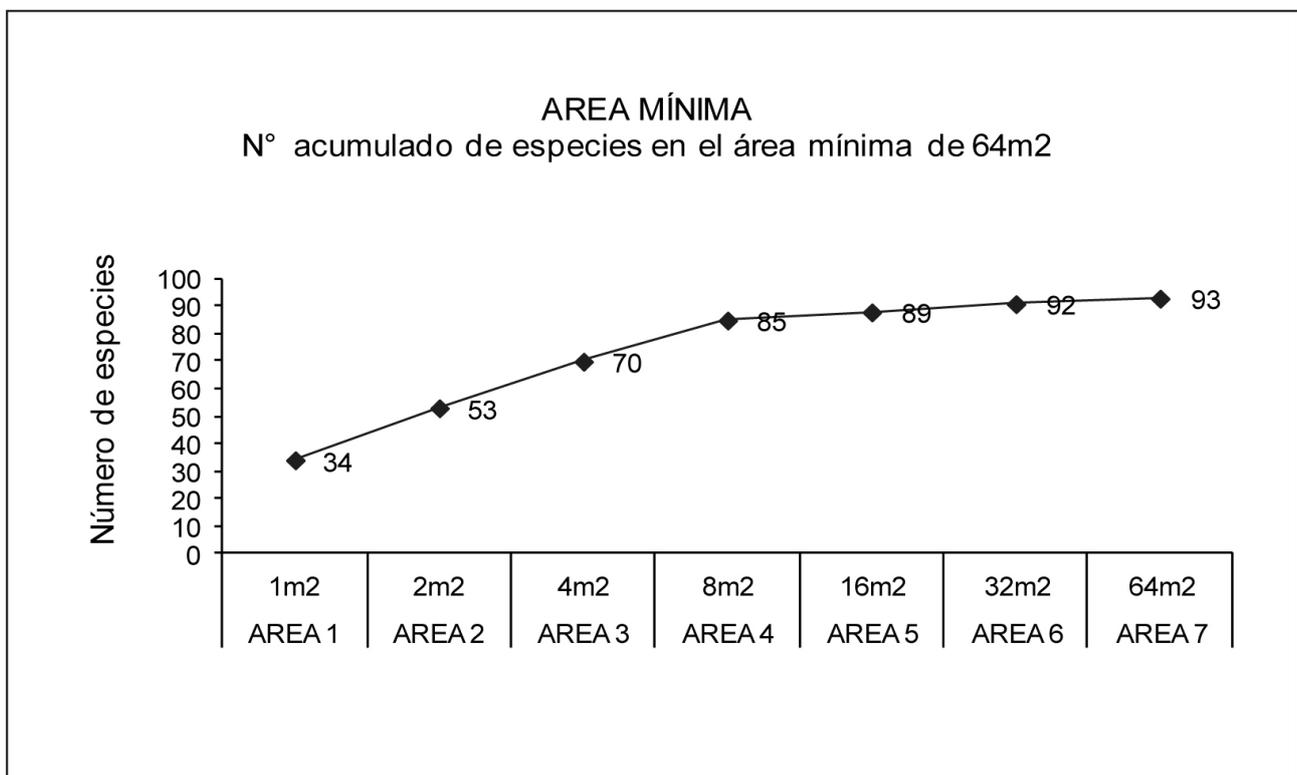


Figura 3. Número de especies encontradas en el Área Mínima.

Tabla 1. Número de familias y especies vegetales encontradas

N° de Orden	Familias	N° de Especies
1	Fabaceae	4
2	Poaceae	9
3	Asteraceae	17
4	Commelinaceae	2
5	Oxalidaceae	3
6	Malvaceae	4
7	Helecho	6
8	Musgos	3
9	Hongos	1
10	Poligalaceae	3
11	Hapatica	1
12	Ciperaceae	2
13	Apiaceae	2
14	Ericaceae	3
15	Gesneriaceae	2
16	Equicetaceae	1
17	Meliaceae	4
18	Solanaceae	3
19	Plantaginaceae	1
20	Poligonaceae	3
21	Gunneraceae	2
22	Araceae	1
23	Verbenaceae	3
24	Phytolacaceae	1
25	Urticaceae	2
27	Bromeliaceae	7
28	Arrayan	1
29	Pumamaqui	1
29	Yaloman	1

Total**93**

4. Discusión

En el caso de estudio, la perturbación fue provocada, intensa, temporal de una sola vez y de corta duración, lo cual provocó la desaparición de varios individuos de árboles, arbustos y hierbas, y la huida de muchos animales. Pero, se considera muy difícil que esta perturbación haya provocado la desaparición de especies animales o vegetales. Por otra parte, la abertura del bosque en el Derecho de Vía (DDV), para la construcción del oleoducto, llega al 1.5 % por km².

Según se observa, es indudable que existió un gran impacto negativo para la flora, la fauna y el paisaje en la etapa de construcción, especialmente en el cerro El Castillo, por el hecho de que hubo que talar los árboles en el DDV, levantar la capa vegetal y remover la tierra para enterrar el tubo. Además, se produjo por la presencia de un buen número de personas que debían realizar los trabajos, la transportación de los tubos y demás materiales, y el ruido que se produce en este tipo de obras.



Figura 4. Fase de mantenimiento del oleoducto.

En el conteo de las especies herbáceas dentro del DDV, se observó que la flora en el sitio perturbado se había restablecido. Entre las especies de plantas encontradas se incluyen las tres especies sembradas *Phaseolus polyanthus* (gualea), *Paspalum* sp. (nudillo) y *Panicum polygynatum* (cola de conejo). Las especies que se encuentran con más frecuencia son aquellas que corresponden a la familia de las Asteraceae, seguido de las Poaceae y luego las pteridofitas, representadas por los helechos.

A pesar de que existió un gran impacto negativo para la flora y la fauna, después de tres meses de haber concluido la obra de ingeniería se observó que la vegetación se ha restablecido con gran vigor, porque el número de especies herbáceas encontradas en los espacios abiertos es mayor que las encontradas en el interior del bosque (Figuras 4 y 5).



Figura 5. Respuesta de la vegetación, después de la perturbación.

5. Conclusiones

Por el hecho de que la perturbación fue temporal y de un tiempo corto, además, por no existir ninguna otra

intervención a más de los trabajos de mantenimiento de la vía, puede considerarse como un barbecho abandonado, lo cual ha permitido que la naturaleza recupere su equilibrio y se restablezca el ecosistema. Prueba de ello

es que en esta área, que fue bastante afectada, se han encontrado 93 especies de plantas herbáceas y arbustivas, en 29 familias. Estas especies no se encuentran registradas en el inventario de la Línea Base realizado en el 2001, ni se encuentran modificaciones de los re-

gistros de monitoreo desde el primero hasta el séptimo realizado en el 2005. Estos resultados demuestran que existe una recuperación vegetal muy satisfactoria en el área intervenida con especies nuevas que migraron o permanecieron en latencia por mucho tiempo.

Referencias

- Anderson, A. (1990). Extraction and forest management by rural inhabitants in the Amazon Estuary. En Anderson, A. (ed.) *Alternatives to deforestation; Steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*. Columbia University, Press New York, pp. 65-85.
- Barbault, R. (1990). *Écologie générale Structure et fonctionnement de la biosphère*. 2^o édition. Ed. Masson, Paris.
- Barbour, M.G., Burk, J.H. & Pitts, W.D. (1973). *Terrestrial Plant Ecology*. The Benjamin / Cummings publishing Company, Inc. Menlo Park, California. Second Edition.
- Cañadas Cruz, L. (1983). *El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*. MAG, PRONAREG. Quito, Ecuador
- Connell, J.H. & Slatyer, R.O. (1977). Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist*, 111(982), 1119-1144.
- Daget, P. & Gordon, M. (1970). *Vocabulaire D'Écologie*. Seconde édition.
- Finegan, B. (1992). *Bases ecológicas para la silvicultura y Curso intensivo internacional de silvicultura y manejo de bosques naturales tropicales, Turrialba, Costa Rica*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Gobierno de la Provincia de Pichincha (2002). *Plan General de desarrollo de la Provincia de Pichincha, Diagnostico social*. Tomo 1, abril 2002.
- Hernández, H. (1996). *Crecimiento y producción iniciales de 15 especies de árboles tropicales de la Amazonía ecuatoriana de estados sucesionales diferentes*. Memoire présenté comme exigence partielle de la Maitrise en Biologie.
- Junk, J. & Piedade, T. (1993). Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: Species diversity and adaptation to the flood pulse. *Amazonian*, XII (3/4), 467-484.
- McCook, L. (1994). Understanding ecological community succession: Causal models and theories, a review. *Vegetation*, 110, 115-147.
- Motalib, A. & Rida, A. (1994). *Les vers de terre y l'environnement*. La Recherche, vol. 25.
- OCP Ecuador S.A. (2001). *Estudios ambientales, Línea base, capítulo 3.3 Caracterización de los Recursos faunísticos*. Mayo 2001.
- OCP Ecuador S.A. (2005). *Estudios Complementarios – Plan de Manejo Ambiental Actividades constructivas durante el mantenimiento del DDV*. Agosto 2005
- Odum, E.P. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science*, 164(3877), 262-270.
- Robinson, G.R., Holt, R.D., Gaines, M.S., Hamburg, S.P., Johnson, M.L., Fitch, H.S., Martinko, E.A. (1992). Diverse and contrasting effects of habitat fragmentation, *Science*, 257 (5069), 524-526.
- U.S. Department of Agriculture (USDA). (1988). *Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. USDA Soil Conservation.
- Uhl, C., Nepstad, D., Silva, J.M.C. & Vieira, I.H. (1991). Restauração de floresta em pastagens degradadas, *Ciencia Hoje*, 13: 23-31.
- Uhl, C., Nepstad, D., Buschbacher, R., Clark, K., Kauffman, B. & Scott, S. (1990). Studies do Ecosystem Response to Natural and Anthropogenic Disturbances Provide Guidelines for Designing Sustainable Land-Use System in Amazonia. En Anderson, A. (ed.) *Alternatives to deforestation; Steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*. Columbia University, Press New York, pp. 24-42.

Evaluación del efecto de la asociación de coberturas vegetales vivas sobre el cultivo de uvilla (*Physalis peruviana* L.) en Huaca, provincia del Carchi, Ecuador

Assessment of the effect of crop live coverage association on golden berry crop (*Physalis peruviana* L.) in Huaca, Carchi province, Ecuador

Carlos David Herrera Ramírez¹, Jaime Ramiro Hidrobo Luna², Emilio Rodrigo Basantes Morales³

¹Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Calle Antisana y Av. Universitaria. Tulcán, Ecuador.
Calle Antisana s/n y Av. Universitaria. Tulcán, Ecuador

² Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas.
Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

³ Universidad de las Fuerzas Armadas. Campus Universitario. Departamento de Ciencias de la Vida.
Av. Gral. Rumiñahui s/n. Sangolquí, Ecuador

Resumen

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto de asociar especies vegetales como cobertura viva en suelos cultivados con uvilla (*Physalis peruviana* L), para evitar la evaporación, controlar la erosión y mejorar el aporte nutricional al frutal; los tratamientos evaluados fueron: T1 alfalfa (*Medicago sativa*), T2 trébol blanco (*Trifolium repens*), T3 raigrás (*Lolium perenne*), T4 raigrás + trébol, T5 testigo (manejo convencional) distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar (cuatro repeticiones). Las variables analizadas fueron: prendimiento de la uvilla, altura de planta, diámetro de tallo principal, área foliar, rendimiento, calidad del fruto, nivel de erosión y contenido de nitrógeno en el suelo. Los resultados indicaron que en el tratamiento T1 cuya cobertura vegetal fue la alfalfa, la uvilla alcanzó un rendimiento de 7,83 tn/ha, en tanto que en el T3 cuya cobertura vegetal fue el raigrás la uvilla alcanzó 0,52 tn/ha. En el caso del nivel de erosión del suelo, los tratamientos más destacados fueron: T3 y T4, los cuales recibieron menos labores de escarda y tuvieron mayor capacidad de cubrimiento del suelo, aunque compitieron de manera agresiva por nutrientes (especialmente nitrógeno) y espacio con la uvilla, lo que afectó su rendimiento; de ahí que el T1 alfalfa, es el más recomendable ya que no presentó diferencias estadísticas en cuanto a la erosión, además aportó nitrógeno, a través del proceso de fijación biológica, lo que favorece el reciclaje de nutrientes en el sistema agrícola y genera un espacio adecuado para el desarrollo del frutal.

Palabras clave: uvilla, cobertura vegetal, alfalfa-uvilla, frutal andino.

Abstract

The purpose of the research was to evaluate the effect of plant species associate as cover soils cultivated with uvilla (*Physalis peruviana* L), to prevent evaporation, erosion and improve the nutritional contribution to fruit. The studied factor was the living mulch and soil treatments were evaluated: T1 alfalfa (*Medicago sativa*), T2 white clover (*Trifolium repens*), T3 ryegrass (*Perennial lolium*), ryegrass + clover T4, T5 control (conventional management) distributed in a design of a randomized complete block (four repetitions). The variables analyzed were: arrest of uvilla, height, main stem diameter, leaf area, yield, fruit quality, erosion levels and nitrogen content in the soil. The results indicated that treatment was T1 whose plant cover alfalfa, uvilla performance reached 7.83 t / ha, while in Q3 which was the ryegrass plant cover the uvilla reached 0.52 tons / ha . In the case of soil erosion, the leading treatments were: T3 and T4, which received less hoeing and had greater ability to cover the ground, although they competed aggressively for nutrients (especially nitrogen) and space with

uvilla, which affected their performance; hence the T1 Alfalfa is the most recommended because it did not present statistical differences in erosion, and contributes nitrogen input, through the process of biological fixation, favoring nutrient cycling in the agricultural system and generates a suitable space for the development of fruit.

Keywords: Golden berry, vegetation cover, alfalfa-golden berry, andean fruit.

1. Introducción

La uvilla (*Physalis peruviana L.*) es un frutal andino de características nutricionales especiales, posee altos contenidos de vitamina A (236 mg de B caroteno/100 g de fruto seco), vitamina C (32,2 mg de ácido ascórbico y 2.018 mg de ácido cítrico/100 g de fruto seco), complejo B, minerales como hierro (Fe) y fósforo (P), pero además se le reconocen propiedades medicinales (Mora *et al.*, 2006). La uvilla es una fruta exótica de buena acogida en los mercados internacionales. La temperatura óptima requerida para el cultivo de uvilla oscila entre los 13 y 16 °C y necesita 1.500 a 2.000 horas de luz solar directa, condiciones que se encuentran entre los 1 800 y 2 800 m s.n.m. (Angulo, 2011). La uvilla se ha cultivado bajo el sistema del monocultivo con alto consumo de insumos (Fischer *et al.*, 2014), lo cual genera varios efectos negativos en los agroecosistemas (Altamirano, 2010).

El control mecánico de las malezas en la producción de uvilla es una práctica cultural que deja al suelo descubierto y sometido a procesos de erosión. Una alternativa a la remoción del suelo para control de malezas es la implementación de cultivos asociados, que actúen como cobertura viva del suelo y prevengan la erosión. Además, la utilización de cultivos asociados trae consigo otros beneficios como: aporte de nitrógeno (N) e incorporación de materia orgánica (MO) que mejoran las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, controlan la erosión, promueven el ciclo natural de nutrientes y el control natural

de plagas. Es importante seleccionar de manera adecuada especies que se asocien como coberturas vegetales, así como conocer su manejo, pues las especies escogidas deben poseer espacio suficiente para su desarrollo (Altieri, 2009). La presente investigación tuvo como fin evaluar el uso de una asociación de coberturas vegetales vivas en el control de la erosión, en el mejoramiento del ciclo del N y en el incremento del rendimiento y productividad de los cultivos.

2. Metodología

2.1. Ubicación política y geográfica de la investigación

La presente investigación se la realizó en la hacienda “San Francisco”, ubicada en la parroquia Huaca, cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi. El predio está localizado a 00°38'29'' latitud Norte y 77°43'35'' longitud Oeste; a una altitud de 2.830 m s.n.m., caracterizado por presentar temperaturas promedio anuales de 11 °C y 1.100 mm de precipitación anual (Mora Quilismal, 2013).

2.2. Factores en estudio

Los factores de estudio en la presente investigación fueron cinco diferentes coberturas vegetales vivas del suelo sobre las cuales se cultivó uvilla. En la Tabla 1 se presenta la descripción de los tratamientos.

Tabla 1. Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Tipo de cobertura	Alcance de la cobertura (%)
T1	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	100 %
T2	Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)	100 %
T3	Raigrás (<i>Lolium perenne</i>)	100 %
T4	Raigrás (<i>Lolium perenne</i>) + trébol (<i>Trifolium repens</i>)	75 % + 25 %
T5	Sin cobertura (manejo convencional o testigo)	

2.3 Descripción del experimento

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos, 4 repeticiones y 20 unidades experimentales. El área total del experimento fue de 2.912 m²; dividida en parcelas de 120 m² y un área neta de evaluación de 80 m². Las especies vegetales utilizadas para las coberturas se sembraron a una densidad de 2 x 2 m, para un total de 30 plantas por parcela total y 20 plantas por parcela neta. Las especies utilizadas fueron seleccionadas por su gran capacidad de adaptación a las condiciones edafo-climáticas de la zona donde está el sitio experimental y por su potencial de fijación de N atmosférico y gran desarrollo de biomasa

2.4 Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey para comparación de medias, utilizando el software estadístico INFOSTAT, versión libre (Herrera, 1999).

2.5 Variables medidas

Luego de que se establecieron las coberturas en las diferentes parcelas experimentales, se realizó la siembra del cultivo de la uvilla. Se procedió luego a la evaluación del efecto de los tratamientos de cobertura en las siguientes variables de crecimiento y producción de la uvilla, así como el efecto de las coberturas en la reducción de la erosión. Prendimiento del cultivo de uvilla: se determinó el porcentaje de prendimiento mediante conteo de plantas de la parcela neta, a los 15 días después del trasplante (15 ddt).

- Diámetro de tallo principal en el cultivo de uvilla: se identificó el diámetro (mm) del tallo principal a 5 cm de altura; desde la base de la planta.
- Altura de planta: se determinó la altura (cm) de la planta desde la base al ápice a los 30, 120 y 240 ddt.
- Área foliar (por planta) en el cultivo de la uvilla: se estimó el área foliar contabilizando el número total de hojas de la planta y midiendo

su largo (cm) y mediante un modelo matemático, se estimó el área foliar total.

- Rendimiento de frutos de uvilla: se pesó la producción total de fruta en cada unidad experimental; y se transformó el peso a (kg/ha). Se evaluó el peso de la producción con cáliz y sin cáliz.
- Peso y forma del fruto: se determinó el peso del fruto y su diámetro ecuatorial y polar.
- Erosión del suelo: esta variable se determinó en cada unidad experimental mediante el método de varillas que consiste en medir el desplazamiento del suelo a lo largo de la columna (varilla) y luego se calculó la pérdida total de suelo en T/ha.
- Contenido de N en el suelo: se determinó el contenido de N (%) en el suelo de cada una de las parcelas experimentales mediante el método de Kjeldahl.

3. Resultados y discusión

3.1. Prendimiento del cultivo de uvilla bajo el efecto de la asociación de coberturas vegetales

La evaluación del efecto de las diferentes coberturas en el prendimiento de las uvillas indicó que existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El porcentaje de prendimiento más alto se registró en los tratamientos: T5 y T1 con 97,5s% de plantas prendidas (Tabla 2). En estos tratamientos la competencia por espacio fue menor que en el resto. Una desventaja de las coberturas vegetales puede ser la competencia agresiva por espacio y nutrientes, la misma que fue más acentuada en los tratamientos que tienen como base raigrás. Borges *et al.* (2015) encontraron que el adecuado manejo de las coberturas vegetales favorece el desarrollo radicular y prendimiento de plantas frutales, resultados que tienen similitud con el efecto que pudo observarse en la cobertura de alfalfa sobre el cultivo de uvilla.

Tabla 2. Efecto de diferentes coberturas vegetales sobre el porcentaje de prendimiento de uvilla.

Tratamientos	Descripción	Medias de porcentaje de prendimiento
T1	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	97,5 a*
T2	Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i>)	95,0 ab
T3	Raigrás (<i>Lolium perenne</i>)	82,5 ab
T4	Raigrás (<i>Lolium perenne</i>) + trébol (<i>Trifolium repens</i>)	77,5 b
T5	Sin cobertura (manejo convencional o testigo)	97,5 a

* Valores con diferente letra difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %.

3.2. Altura de planta en el cultivo de uvilla bajo el efecto de la asociación de coberturas vegetales

El análisis de varianza para altura de planta realizado a los 30 ddt no detectó diferencias estadísticas en el experimento, la media del experimento en esta etapa inicial fue de 11,26 cm/planta, sin embargo, las mediciones de la altura de la planta a los 120 y 240 ddt identificaron diferencias estadísticas entre tratamientos. La prueba de Tukey para altura de planta a los 240 ddt destacó el comportamiento de la altura de planta en T1 que logró un promedio de 115,2 cm/

planta, diferenciándose del resto de tratamientos. Se nota que el aporte de N de la alfalfa mejora el desarrollo de la planta de uvilla, diferente de lo ocurrido con las coberturas vegetales con raigrás, donde se observó que el desarrollo de la planta fue menor, ya que las coberturas compitieron por nutrientes con las plantas de uvilla (Tabla 3). Los resultados encontrados en este ensayo coinciden con lo demostrado por Miller *et al.* (1996) quienes determinaron el efecto positivo de las leguminosas como coberturas de suelo en el desarrollo de las plantas frutales y los efectos negativos de las poáceas.

Tabla 3. Efecto de diferentes coberturas vegetales sobre el porcentaje de altura (cm) de la planta de uvilla.

Tratamientos	Descripción	30 ddt	120 ddt	240 ddt
T1	Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	11,40	28,32 b*	115,20 a
T2	Trébol Blanco (<i>Trifolium repens</i>)	10,70	41,77 a	77,95 ab
T3	Raigrás (<i>Lolium perenne</i>)	12,40	25,42 b	52,45 b
T4	Raigrás (<i>Lolium perenne</i>) + trébol (<i>Trifolium repens</i>)	11,70	23,50 b	67,35 ab
T5	Sin cobertura (manejo convencional o testigo)	9,90	25,62 b	78,60 ab

* Valores con diferente letra difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %.

3.3. Diámetro de tallos principales en el cultivo de uvilla bajo el efecto de la asociación de coberturas vegetales

Los resultados encontrados mediante un análisis de varianza relacionado con la variable diámetro de tallo principal, establecieron que en la etapa inicial (30 ddt) los tratamientos no se diferenciaron

estadísticamente, esto se debió a que el cultivo se encontraba en etapa de establecimiento y aún no se evidenciaba el efecto de los tratamientos; a partir de los 120 ddt existió diferencias estadísticas marcadas en los tratamientos (1 %), que influyeron en el grosor del tallo, tendencia que se mantuvo hasta los 240 ddt, la media del experimento en esta etapa fue de 1.86 cm/tallo.

En la Tabla 4 se observa que a los 120 ddt se destacó el T1 con 0,86 cm/tallo principal, el cual se ubicó en el rango A según la prueba de Tukey, superando al resto de tratamientos. Esta tendencia se manifestó hasta el final del cultivo (240 ddt), donde el T1 alcanzó un diámetro final de 2,3 cm / tallo principal, teniendo a la alfalfa como la especie que presentó la mejor cobertura de suelo. Esta leguminosa mejoró el contenido de N en el suelo, optimizando la nutrición de los cultivos asociados

y mejorando el desarrollo de los órganos de la planta (Campillo *et al.*, 2003).

Borges *et al.* (2015) manifestaron que cuando existe un manejo adecuado de la asociación de coberturas vegetales se mejora las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo, además que se evidencia mejor comportamiento en las características fenotípicas del cultivo, así lo comprobó trabajando con cítricos y papaya (*Carica papaya*), que al darles espacio adecuado, las plantas mejoraron su tamaño.

Tabla 4. Diámetro (cm) de tallos principales y prueba de Tukey en el cultivo de uvilla bajo el efecto de las coberturas vegetales.

Tratamientos	30 ddt	Error Experimental	120 ddt	Error Experimental	240 ddt	Error Experimental
T1	0,28	±0,040	0,86 a	±0,047	2,33 ab	±0,23
T2	0,27	±0,015	0,43 b	±0,033	2,04 a	±0,19
T3	0,35	±0,080	0,46 b	±0,097	1,54 ab	±0,07
T4	0,27	±0,013	0,34 b	±0,012	1,32 b	±0,09
T5	0,24	±0,016	0,53 b	±0,093	2,07 ab	±0,29

3.4. Área foliar (por planta) en el cultivo de uvilla bajo el efecto de asociación de coberturas vegetales

Los resultados encontrados mediante un análisis de varianza para la variable área foliar en el cultivo de uvilla, registraron diferencias estadísticas entre tratamientos a un nivel del 1% durante todo el experimento; a los 240 ddt el cultivo de uvilla registró un área promedio de 5.117,27 cm²/planta.

La prueba de Tukey (Tabla 5), indicó que al inicio hubo diferencias mínimas entre los tratamientos, hasta los 30 ddt, después de lo cual se empezó a evidenciar diferencias marcadas, resaltando el T1 como el mejor para asociar el cultivo; en tanto que el T4 fue el de menor respuesta, lo que indicó que el raigrás + trébol es una mezcla competitiva con el cultivo de uvilla, pues no favoreció el desarrollo foliar y tuvo afectaciones negativas en el rendimiento; el tratamiento testigo con un manejo convencional también tuvo un buen desarrollo foliar, el cual consistió en eliminar la competencia que

ejercen las plantas no deseadas al cultivo de interés, arvenses que fueron incorporadas al suelo y aportan materia orgánica al mismo (Fischer *et al.*, 2005).

En esta misma tabla, se observa que al final el desarrollo foliar (área) de la planta de uvilla, presentó un efecto significativo ante la asociación de coberturas vegetales a partir de los 120 días de establecido, lo cual continuó hasta el final del experimento (240 ddt); donde la alfalfa se destacó por ejercer mayor influencia en el crecimiento de la variable estudiada, donde su desarrollo fue más acelerado frente a los otros tratamientos. Este efecto pudo deberse a que la alfalfa, al poseer mayor área radicular, es más amplia la exploración de las raíces en el suelo, además que contribuyó con un mayor aporte en la fijación de N y aeración al cultivo, lo cual favoreció al desarrollo foliar de la uvilla, esto no sucedió con el trébol, que a pesar de ser una leguminosa no se comportó con eficiencia en la fijación de N, debido a que sus raíces poseen menor capacidad de exploración en el suelo.

Tabla 5. Área foliar (cm²/planta) y prueba de Tukey para el cultivo de uvilla bajo efecto de la asociación de coberturas vegetales

Tratamientos	30 ddt	Error Experimental	120 ddt	Error Experimental	240 ddt	Error Experimental
T1	454,56 a	±45,82	3.209,34 b	±64,09	5.117,27 a	±283,29
T2	130,08 a	±5,62	1.311,94 a	±180,21	2.271,18 ab	±474,88
T3	110,75 b	±8,80	359,61 c	±48,94	962,96 bc	±174,82
T4	95,81 b	±3,84	350,37 c	±78,41	842,05 c	±199,92
T5	221,94 b	±80,55	1.523,31 ab	±460,67	2.700,26 ab	±1071,99

3.5. Peso del fruto en el cultivo de uvilla bajo el efecto de la asociación de coberturas vegetales

Los resultados encontrados mediante el análisis de varianza para el peso del fruto indicaron que existen diferencias estadísticas al 1% para tratamientos y del 5% entre repeticiones, el peso promedio de frutos fue de 6,67 g/fruto.

La prueba de Tukey al 5 % para el peso del fruto (Tabla 6) evidenció al tratamiento T1 con el mayor peso del fruto de uvilla, con respecto al resto de tratamientos obteniéndose un peso final a los 240 ddt de 8,05 g/fruto; situación contraria al T4, donde se registró el peso más bajo de frutos (4,6 gr/fruto); es impor-

tante destacar que la asociación de las coberturas vegetales como el raigrás compiten agresivamente con la planta de uvilla por espacio, nutrientes (en especial N), agua y otros factores, lo cual afecta el desarrollo del fruto. El peso de frutos obtenido en este ensayo, es superior al registrado por Fischer *et al.* (2005), quienes obtuvieron un promedio de 5,7 g/fruto;

Sandoval (2005), obtuvo resultados similares de Fisher *et al.* (20015) en cuanto a la variable peso de fruto, al trabajar con asociaciones de coberturas vegetales en cítricos. Este autor recomendó controlar la competencia del espacio y nutrientes que se genera entre las coberturas vegetales asociados a cultivos para no afectar su desarrollo.

Tabla 6. Prueba de Tukey al 5% para el peso del fruto en el cultivo de uvilla

Tratamientos	g/fruto	Error Experimental
T1	8,05 a	±0,26
T2	7,84 ab	±1,39
T3	5,05 ab	±0,72
T4	4,60 b	±0,82
T5	7,81 ab	±1,40

3.6. Diámetro ecuatorial y polar del fruto de uvilla bajo el efecto de la asociación de coberturas vegetales

Mediante los resultados encontrados al realizar un análisis de varianza para la variable diámetro ecu-

atorial y polar del fruto de la uvilla generaron diferencias estadísticas entre tratamientos y entre repeticiones. El diámetro ecuatorial promedio del fruto en el experimento fue de 21,01 mm/fruto y el diámetro polar promedio de fruto en el experimento fue de 21,71 mm / fruto a los 240 ddt.

La prueba de Tukey al 5% para el diámetro ecuatorial final (240 ddt) del fruto de uvilla, destacó al T1 con un diámetro de 26 mm/fruto, seguido del T5 con 23,50 mm / fruto; se debe tomar en cuenta que este último también se destacó en

cuanto a variables como altura de planta y área foliar. Las labores culturales realizadas en este tratamiento, permitieron airear el suelo y favorecer el crecimiento del frutal y obtención de un fruto con buenas características de calidad (Tabla 7).

Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% para el diámetro ecuatorial y diámetro polar del fruto (mm/fruto) en el cultivo de uvilla a los 240 ddt.

Tratamientos	Diámetro Ecuatorial	Error Experimental	Diámetro Polar	Error Experimental
T1	26,00 a	±1,35	26,65 a	±2,04
T2	18,60 ab	± 2,56	19,65 ab	±2,33
T3	20,50 ab	± 2,07	20,65 ab	±2,49
T4	16,40 b	± 3,97	16,33 b	±3,01
T5	23,50 ab	± 1,87	25,25 a	±2,17

La prueba de Tukey al 5 % para el diámetro polar del fruto en el cultivo de uvilla, destacó al T1 (26,65 mm/fruto) y lo ubicó en el rango A junto con el T5 (25,25 mm/fruto); en el último rango (B) se encontró el T4, el mismo que también en las variables altura y área foliar, ocupa rangos inferiores.

Fischer *et al.* (2005), obtuvieron un promedio de 21,71 mm/fruto, para el diámetro ecuatorial y 21,01 mm/fruto para el diámetro polar, resultados que se encuentran en el rango de esta variable y que fueron obtenidos en este ensayo.

3.7. Rendimiento en el cultivo de uvilla bajo el efecto de coberturas vegetales

Los resultados obtenidos mediante un análisis de varianza para el rendimiento en el cultivo de uvilla con cáliz y sin cáliz, presentaron diferencias estadísticas al 1% entre tratamientos. El promedio de rendimiento del experimento fue de

2,81 T/ha (frutos con cáliz) y 2,53 T/ha (frutos sin cáliz).

La prueba de Tukey al 5 % para el rendimiento, tanto con cáliz como sin cáliz en el cultivo de uvilla (Tabla 8) generó dos rangos: el A, donde se ubicó el T1 con 7,83 T/ha para el rendimiento con cáliz y 6,91 T/ha para el rendimiento sin cáliz y en el Grupo B, donde se ubicaron el resto de tratamientos con rendimientos inferiores al anterior. Los tratamientos que poseen una asociación de coberturas vegetales con raigrás obtuvieron los rendimientos más bajos del experimento, pues la competencia por nutrientes entre la uvilla y la cobertura vegetal resultó ser muy agresiva, en este caso, los dos cultivos asociados a manera de cobertura vegetal, extraen N del suelo para su nutrición. Mientras el raigrás tenga disponibilidad de N (requerimiento 40 kg/N/), mejorará su desarrollo (Bailleres *et al.*, 2010). El tratamiento a base de alfalfa desarrolló más follaje que el resto de tratamientos mejorando su capacidad fotosintética, que se evidenció en mayor producción de biomasa.

Tabla 8. Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (T/ha) en el cultivo de uvilla.

Tratamientos	Rendimiento con cáliz	Error Experimental	Rendimiento sin cáliz	Error Experimental
T1	7,83 a	±0,17	6,91 a	±0,14
T2	1,94 b	±0,61	1,88 b	±0,53
T3	0,52 b	±1,10	0,43 b	±1,06
T4	1,07 b	±1,09	0,96 b	±0,94
T5	2,71 b	±0,46	2,48 b	±0,42

La cobertura vegetal a base de la asociación de alfalfa con uvilla, influyó positivamente en el desarrollo del frutal y en su rendimiento, pues el aporte de N de esta leguminosa a la asociación con el cultivo, evitó las deficiencias de este nutriente determinante para las plantas. Es importante destacar lo que demostró Borges *et al.* (2007), en sus experiencias con leguminosas, donde sus raíces profundas promueven el reciclaje de nutrientes y evitan su lixiviación, manteniéndoles así, disponibles para los cultivos.

3.8. Contenido de nitrógeno (N) en el suelo

Los resultados obtenidos mediante un análisis de varianza para conocer el contenido de N total del suelo muestran diferencias estadísticas para repeticiones a un nivel del 5%, mas no para tratamientos, esto indica que fue necesario su bloqueo en el experimento con el fin de disminuir el error experimental. El contenido promedio de N inicial (antes de instalar el experimento) en el suelo fue de 0,658% y al final del experimento fue de 0,526%; al comparar el contenido de N del suelo de la evaluación inicial con la final se observa que el contenido disminuyó

en el transcurso del experimento, dependiendo de cada tratamiento.

Comparando el contenido inicial de N del suelo con el del final de la investigación (240 ddt) se determinó una menor pérdida de este elemento en los tratamientos siguientes: T1 con una pérdida de 0,07 % y el T2 con 0,082% de N perdido; al contrario de aquellos tratamientos que evidenciaron una mayor pérdida de N: T5 con 0,124% de N, T3 con 0,182 de N y el T4 con 0,230% de N; hay que tomar en cuenta que la asociación de las coberturas vegetales a base de alfalfa (T1), y trébol (T2) aportaron N al agroecosistema.

Esto determinó que la pérdida o consumo de N por el cultivo de uvilla en el T1 y T2 no sufrió considerables disminuciones; contrario a los tratamientos que en su cobertura vegetal no poseen o es mínima la presencia de leguminosas (T4) la pérdida de N del suelo es alta y afecta negativamente el crecimiento y rendimiento de este fruto andino que también consume este elemento del suelo (Tabla 9). Resultados similares fueron descritos por Aruani *et al.* (2006) y Campillo *et al.* (2003).

Tabla 9. Contenido de N total del suelo (%) en el cultivo de uvilla a los 240 ddt.

Tratamientos	Contenido Inicial N	Error Experimental	Contenido Final de N	Error Experimental	Diferencia del contenido de N
T1	0,622	±0,058	0,615	±0,015	-0,070
T2	0,640	±0,067	0,558	±0,023	-0,082
T3	0,685	±0,026	0,503	±0,053	-0,124
T4	0,685	±0,029	0,455	±0,069	-0,230
T5	0,647	±0,094	0,523	±0,044	-0,137

3.9. Erosión de suelo en el cultivo de uvilla bajo el efecto de la asociación de coberturas vegetales

Los resultados encontrados mediante un análisis de varianza para la erosión del suelo (240 ddt) mostró diferencias estadísticas entre tratamientos a un nivel del 1%, la erosión promedio del experimento fue de 7,6 T/ha, considerándose una erosión moderada de grado 3 según la escala generada por la FAO.

En la Tabla 10, se observan los resultados obtenidos para la variable erosión del suelo, mediante la prueba de Tukey al 5%, donde el T5 registró una erosión de 14,57 T/ha y el T2 12,13 T/ha; en estos dos tratamientos se realizó una mayor actividad con labores de escarda en el cultivo. Al res-

pecto Huerta (2007) manifestó que a medida que se aumenta las actividades de escarda disminuye la eficiencia en el control de la erosión del suelo. En cambio, el tratamiento 1 (con alfalfa) tuvo una pérdida de suelo por erosión de 6,77 T/ha, a pesar de las labores culturales a las que estuvo expuesta (escarda); en los tratamientos, T3 y T4 fue donde se generó menor erosión de suelo, debido a que fueron intervenidos mínimamente con labores de escarda; además, es importante resaltar que la asociación de coberturas vegetales con alfalfa y raigrás en esta variable de erosión del suelo, son menos proclives a la pérdida de suelo por poseer un buen cubrimiento del suelo y buena masa radicular, así lo ratificaron Cerda *et al.* (2007) y Verde (2013) en sus investigaciones.

Tabla 10. Prueba de Tukey al 5 % para la erosión del suelo en el cultivo de uvilla a los 240 ddt.

Tratamientos	Medias (T/ha)	Error Experimental
T5	14,57 a	±4,4
T2	12,13 ab	±1,84
T1	6,77 ab	±3,04
T3	2,58 b	±1,49
T4	1,97 b	±0,68

Es necesario enfatizar que en los tratamientos: T1, T2, T3 y T4, no se evidenciaron grandes diferencias estadísticas en la variable erosión de suelo. Así mismo se pudo evidenciar que los tratamientos a base de raigrás poseen un buen control para la erosión del suelo (Figura 1), aunque no favorecen el desarrollo óptimo del cultivo, ya que en estas asociaciones de

las coberturas, de cierta manera se dificulta la aireación, el drenaje, la disponibilidad de nutrientes, condiciones necesarias para el desarrollo adecuado del cultivo. Estos resultados confirman lo establecido por Flores-López *et al.* (2012), quienes trabajaron sobre el control de la erosión mediante coberturas vegetales, utilizando diferentes especies de raigrás.



Figura 1. Uvilla en asociación con alfalfa.

4. Conclusiones y recomendaciones

- La asociación de coberturas vegetales en base a alfalfa, generó el mejor efecto en el desarrollo del cultivo, con un rendimiento de 7,86 T/ha (con cáliz) y 6,91 T/ha (sin cáliz), desde los primeros cuatro meses y hasta el final del cultivo (240 ddt), superando al resto de tratamientos analizados.
- Mediante la utilización de coberturas vegetales en base a alfalfa (con escarda) y raigrás (sin escarda) se logró prevenir y controlar la erosión del suelo, comparado con el testigo absoluto (manejo convencional), donde se generó la más alta erosión del suelo, con 15,57 T/ha/año.
- La asociación de la uvilla con la alfalfa, como cobertura vegetal, mantuvo hasta un 90 % del N total en el suelo, entre el inicio y el final del experimento.
- Se recomienda usar la asociación de cobertura vegetal a base de alfalfa con la uvilla, ya que esta leguminosa estimula su desarrollo y mejora sus rendimientos y calidad del fruto, gracias al aporte de N y a la promoción del reciclaje de nutrientes en el sistema agrícola.
- Se recomienda validar la cobertura vegetal a base de alfalfa en el cultivo de uvilla en una superficie más extensiva; así como también probarla en otras zonas geográficas y en diferentes tipos de suelo.

Referencias

- Altamirano, M. (2010). *Estudio de la cadena productiva de la uvilla Physalis peruviana en la Sierra Norte del Ecuador*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- Altieri, M. (2009). *Desiertos verdes: monocultivos y sus impactos sobre la biodiversidad*. México D.F: Gloobalhooy.
- Angulo, R. (2011). *Uchuva Physalis peruviana*. Bogotá: Bayer CropScience.
- Aruani, C., Sánchez, E., & Reeb, P. (2006). Cambios en las propiedades de un suelo franco bajo producción orgánica de manzano utilizando coberturas vegetales. *Cinecia del Suelo*, vol. 24, n. 2, 131-137.
- Bailleres, M., & Pirodi, F. (2010). *Sitio Argentino de Producción Animal*. Obtenido de Fertilización en raigrás y avena: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/43-raigras_44.pdf
- Borges, J., Leone, C., & Oliveira, J. (2007). *Manejo del suelo y coberturas vegetales en frutales - experiencia en cítricos y papaya en Brasil*. Brazil: Embrapa y Fruticultura Tropical.
- Borges, J., Leone, L., & De Oliveiro, J. (20 de mayo de 2015). *Manejo del suelo y coberturas vegetales en frutales - experiencia en cítricos y papaya en brasil*. Obtenido de Biblioteca virtual de las ciencias en Cuba: <http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/revistas/index/assoc/HASH0101/9e82e65d.dir/doc.pdf>
- Campillo, R., Urquiaga, S., Pino, I., & Montenegro, A. (2003). Estimación de la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas forrajeras mediante la metodología del 15n. *Agricultura Técnica*, vol. 63, n 2, 169-179.
- Campillo, R., Urquiaga, S., Pino, I., & Montenegro, A. (2003). Estimation of biological nitrogen fixation in forage legumes using a 15N labeling methodology1. *Agricultura Técnica*, vol. 63 n 2, 169-179.
- Cerdà, A., Bodí, M., & Hevilla, E. (2007). Erosión del suelo en plantaciones de cítricos en laderas. Valle del río canyoles, Valencia. *Agroecología* 2, 85-91.
- Fischer, G., Piedrahita, W., Miranda, D., & Romero, J. (2005). *Avances en cultivo, poscosecha y exportación de la uchuva (Physalis peruviana L.) en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Fischer, G., Almanza, P., & Miranda, D. (2014). Importancia y cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana* L.). *Revista Brasileña de Fruticultura* Vol.1(4):37.
- Flores López, H., De la Mora, C., Ruiz Corral, J., & Chávez Durán, Á. (2012). *Efecto de la cobertura de suelo de tres cultivos sobre la erosión hídrica*. Jalisco: Chapingo serie zonas áridas.
- Herrera, J. (1999). *Guía de aplicación de pruebas estadísticas en el programa systat 7.0 para ciencias biológicas y forestales*. Santa Cruz; Bolivia: BOLFOR.
- Huerta, J. (2007). *Efecto de la cobertura vegetal y raíces en la erosión del suelo*. Texcoco: Colegio de Postgraduados.
- Miller, P., Graves, W., Williams, W., & Madson, B. (1996). *Cultivos de cobertura para la agricultura de California*. California: Universidad de California, División de Agricultura.
- Mora Quilismal, S. (2013). *Planificación estratégica en la producción agropecuaria de la hacienda San Francisco de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi*. Ambato: UTA. 13 pgs.
- Mora, R., Peña, A., López, E., Ayala, J., & Ponce, D. (2006). Agrofenología de *Physalis peruviana* L. en invernadero y fertirriego. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 57-63.
- Sandoval Rincón, J. (2005). *Leguminosas como cobertura vegetal en el cultivo de los cítricos*. México: centro de desarrollo tecnológico y empresarial para frutales del trópico.
- Verde, S. (2013). Inclusión de cultivos de cobertura en la rotación: experiencia de un productor. En C. Álvarez, A. Quiroga, D. Santos, & M. Bodrero, *Contribuciones de los cultivos de cobertura a la sostenibilidad de los sistemas de producción* (pp. 165-169). La Pampa: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Evaluación de dos estimulantes hormonales para el engorde de toretes Brahman bajo pastoreo y bloques multinutricionales suplementarios

Evaluation of two hormonal stimulants for fattening Brahman bulls under grazing and supplementary multinutritional blocks

Eloy Castro¹, Carmen Pérez¹, Carlos Alberto Ortega¹, Diego Salazar Vizuete¹, Juan Pazmiño González¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

La alimentación en la producción animal es un reto que enfrentan los agricultores al buscar que el animal alcance el peso ideal en el menor tiempo y al menor costo posible. Se decidió evaluar dos estimulantes hormonales, Fenilpropionato Nandrolona y Boldenone Undecylenate, en combinación con un suministro de mezcla mineral, bloque proteico-energético y pasto miel en el engorde de toretes Brahman comparados con un testigo de manejo del productor. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar. Las variables a evaluar fueron incremento de peso, incremento de cinchera y altura a la cruz. El mejor tratamiento en términos de las tres variables evaluadas fue el tratamiento que utilizó anabólico sintético inyectable Undecilenato Boldenona combinado con bloque multinutricional proteico energético mineralizado y vitaminizado, mientras que el testigo tuvo solamente incrementos marginales. El análisis financiero determinó que el mismo tratamiento fue el que presentó la mejor relación beneficio costo de US\$ 1.112.

Palabras clave: alimentación, hormonas, bloque multinutricional, ganancia de peso.

Abstract

Feeding in animal production is a challenge that farmers face in the search of the ideal animal weight in the least amount of time and at the lower cost. An experiment was designed to evaluate two hormonal stimulants, Phenylpropionate Nandrolone and Boldenone Undecylenate combined with a supply of mineral mix nutrition block and honey grass on Brahman steers compared with a check which was the normal farmer's management. Statistical analysis was performed using a completely randomized design. Variables evaluated were weight gain, cinch increase and height at withers. The best treatment in terms of the three evaluated parameters was the one which used injectable synthetic anabolic Fenilpropionato Nandrolona, while the check only produced marginal gains. Financial analysis determined that the same treatment promoted the best cost-profit of \$ 1.112

Keywords: feeding, hormones, multinutritional block, weight gain.

1. Introducción

La ganadería bovina aporta significativamente a la alimentación del país. El litoral ecuatoriano produce el 65% de la carne que se consume, mientras que la Sierra se especializa en la producción de leche y sus derivados. El cantón San Miguel de los Bancos situado al noroccidente de la provincia de Pichincha cuenta con las condiciones climáticas que permiten el desarrollo de una diversidad de pastizales que se transforman en leche con variados porcentajes de proteína y en cárnicos con parámetros de producción y productividad considerados bajos. Según el último censo agropecuario, el promedio de la tasa de crecimiento de carne es de 286 g/día, la carga animal es de solamente 0,8 Unidades Bovinas Adultas (UBA)/ha/año con el manejo alimenticio tradicional de una finca (Veloz, 2008).

La buena alimentación aporta todos los elementos nutritivos que los animales necesitan para compensar los gastos de crecimiento y para mantener un estado sanitario adecuado. La mayoría de los pastos de la región no satisfacen completamente las necesidades nutritivas de los animales debido a que la baja disponibilidad de minerales en el suelo afecta el crecimiento de los forrajes y la acumulación de minerales en sus tejidos (Bedoya, 2012).

Todo animal requiere de adecuadas cantidades de macro y micro elementos esenciales para mantenerse sano y la deficiencia de estos afecta su normal desarrollo. Los micro elementos esenciales cumplen funciones específicas y decisivas en el metabolismo interno del organismo animal como cofactores específicos de actividad enzimática que ayudan a sintetizar compuestos metabólicos esenciales (Depablos *et al.*, 2009).

La baja disponibilidad de buenos forrajes en la crianza de ganado de carne, especialmente durante la época de sequía, ocasiona un elevado porcentaje de mortalidad en reses adultas y terneros, deficiente desarrollo animal y una marcada reducción de la calidad y productividad bovina (Guzmán, 1988).

Los anabólicos son compuestos que ayudan a la retención nitrógeno (N), elemento indispensable para la síntesis proteica, pero que además favorecen la eritropoyesis (formación de glóbulos rojos) y la retención de calcio (Ca) y fósforo (P), todos éstos, factores que contribuyen a fomentar el aumento de peso de los animales (Loayza, 2012).

Los anabólicos se han utilizado por décadas y actualmente cuentan con el registro y aceptación por

parte de la Organización de Alimentos y Agricultura (FAO), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de Drogas y Alimentos (FDA), entidades que avalan la legalidad de la práctica en producción de carne bovina porque promueven el crecimiento y no generan riesgos para la salud pública.

Los aditivos modificadores del metabolismo son hormonas que se caracterizan por su función anabolizante, es decir, estimulan la síntesis proteica lo que incrementa la velocidad de crecimiento y la calidad de la canal de los animales de abasto por lo que se han utilizado tradicionalmente en la crianza de rumiantes (Villena & Jiménez, 2002).

Por otro lado, la utilización de bloques multinutricionales busca eliminar la deficiencia de los nutrientes esenciales que se presenta en los rebaños criados bajo pastoreo o alimentados con residuos de cosechas (Depablos *et al.*, 2009).

La investigación conducida en este tema ha generado resultados importantes que, sin embargo, no se ha enfocado en la ganancia de peso y en el aumento de masa muscular de los animales. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de los estimulantes hormonales junto a suplementos minerales y bloques multinutricionales en el engorde de toretes *Brahman*, combinación que podría reducir el tiempo de crecimiento y engorde en el ganado de carne.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en la finca Guayabal con una superficie total de 34 ha, de las cuales 20 están ocupadas en 92% por pasto miel (*Setaria sp.*) y aproximadamente 8% por gramíneas invasoras y otros pastos, particularmente gramalote (*Paspalum fasciculatum*), brachiaria (*Brachiaria sp.*) y Saboya (*Panicum máximum*). Las pasturas anteriormente mencionadas han persistido en el potrero durante un tiempo aproximado de 22 años.

El factor en estudio consistió en la utilización de anabólicos sintéticos inyectables combinados con bloques multinutricionales proteicos energéticos mineralizados y vitaminizados. Se consideraron los siguientes tratamientos:

- t0: Alimentación general de la finca con pasto miel + agua + mezcla mineral (testigo absoluto).

- t1: Alimentación general de la finca con pasto miel + bloque multinutricional proteico energético, mineralizado y vitaminizado + anabólico sintético inyectable “a” (undecilenato boldenona) + agua.
- t2: Alimentación general de la finca con pasto miel + bloque multinutricional proteico energético mineralizado y vitaminizado + anabólico sintético inyectable “b” (fenilpropionato nandrolona) + agua.

Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y seis unidades experimentales por tratamiento. Los animales destinados para la investigación fueron previamente pesados y balanceados con base en su peso corporal y edad antes de ubicarlos en cada grupo a ser evaluado. Las variables evaluadas fueron: incremento de peso, incremento de cinchera, altura a la cruz e incidencia de parásitos externos. La unidad experimental de la investigación estuvo constituida por un torete del grupo racial *Brahman* mestizo de entre 14 y 15 meses de edad y con un peso vivo entre 250 y 300 kilogramos.

3. Resultados y discusión

3.1. Incremento de peso

El análisis de la varianza de los datos de incremento de peso indicó que existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos. El análisis funcional (Tabla 1) detectó que el mejor tratamiento fue t1 (boldenona undecilenato más bloque multinutricional proteico–energético, mineralizado y vitaminizado) con un incremento de peso promedio de 1,07 kg/animal/día, que no fue diferente del tratamiento T2 (fenilpropionato nandrolona más bloque multinutricional proteico–energético, mineralizado y vitaminizado), pero que fue diferente estadísticamente del testigo absoluto con 0,49 kg/animal/día en promedio.

3.2. Incremento de cinchera

El análisis de la varianza de esta variable también demostró que existieron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Las pruebas de análisis funcional detectaron que existió el mismo comportamiento que con incremento de peso cuando se evaluó el incremento del tamaño de la cinchera (Tabla 1). El tratamiento t1 fue el mejor con 0,23 cm/animal/día, igual que el tratamiento t2, mientras que el testigo solamente alcanzó 0,13 cm/animal/día. Este comportamiento se debe probablemente a que una de las mayores ventajas del BM es que ayuda a mejorar el ambiente ruminal del animal al incrementar el número de microorganismos y mejora la relación proteína–energía ayudando de esta forma a la nutrición del animal (McDowel, 1984).

3.3. Altura a la cruz

De igual manera, el análisis de la varianza de los datos de incremento de altura a la cruz encontró que se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos. El análisis de las respuestas para esta variable detectó también dos rangos de significancia, el primero constituido por t1 y t2 con una altura a la cruz de 0,26 y 0,23 cm/animal/día, respectivamente y el segundo rango claramente diferente constituido por el testigo con 0,10 cm/animal/día promedio.

Las respuestas observadas con la utilización de implantes hormonales en los parámetros evaluados demuestran que éstos son efectivos para incrementar la tasa de ganancia de peso y el consumo de alimento y para mejorar la eficiencia alimenticia produciendo canales más pesados, con mayor cantidad de músculo y menos grasa. Por ende, el uso de estimulantes hormonales ayuda al desarrollo eficiente de los bovinos y reduce los costos de producción (Ortez, 2012).

Tabla 1. Efecto de los tratamientos en el incremento de peso, cinchera y altura de toretes *Brahman* mestizos.

Tratamientos	Incremento peso kg/animal/día	Incremento cinchera cm/animal/día	Incremento altura cm/animal/día
t1= Boldenona Undecilenato + BM	1,07 a*	0,23 a	0,26 a
t2= Nandrolona Fenilpropionato +BM	0,88 ab	0,22 ab	0,23 a
t0= Testigo Absoluto	0,49 b	0,13 b	0,10 b

* Valores con diferente letra difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación sugieren que el tratamiento que produjo la mejor ganancia en peso, en el menor tiempo, fue la utilización de Boldenona Undecilenato más bloque multinutricional proteico energético mineralizado y vitaminizado que permitió un incremento de peso de 1,07 kg/animal/día, incremento de cinchera de 0,23 cm/animal/día e incremento de altura

ra a la cruz de 0,26 cm/animal/día. Los datos del análisis económico (no presentado) permiten establecer que el mismo tratamiento tuvo una relación beneficio costo de 1.112 US\$, es decir, por cada dólar invertido se recuperó el dólar y la ganancia marginal neta es de 11 ctvs., en un período de 115 días. El grupo testigo (manejo tradicional) obtuvo incrementos mucho más bajos en peso (0,49 kg/animal/día, cinchera (0,13 cm/animal/día y altura a la cruz (0,10 cm/animal/día.

Referencias

- Bedoya, D. (2012). *Evaluación de las relaciones biológicas y económicas entre la producción de las pasturas y la producción lechera del rebaño lactante. Tumbaco, Pichincha*. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Depablos, L., Ordóñez, J., Godoy, S. & Chicco, C. (2009). Suplementación mineral proteica de novillas a pastoreo en los Llanos Centrales de Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 27, 249-262.
- Guzmán, J. (1988). *Pastos y forrajes de Venezuela: producción y aprovechamiento*. 2^{da} Ed. Espasande, S.R.L. Caracas, Venezuela.
- Loayza, E. (2012). *Evaluación del efecto de los anabólicos: zeranol y boldenona en toretes Brahman mestizos alimentados con pasto saboya (Panicum maximum). Piñas, El Oro*. Tesis de pregrado. Facultad de Zootecnia. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- McDowel, J. (1984). *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales*. USDA. Departamento de Ciencia Animal, Washington, USA.
- Ortez, T. (2012). *Ganancia diaria de peso en novillos tratados con dos tipos de implantes anabólicos y alimentados con caña de azúcar*. Tesis de pregrado. Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Tegucigalpa, Honduras.
- Velóz, J. (2008). *Evaluación de la suplementación proteico-energético en la alimentación de vacas Fierro Holstein Friesian. CADET, Tumbaco, Pichincha*. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Villena, E. & Jiménez, J. (2002). *Técnico en ganadería*. Eitorial Cultural, Madrid, España

Aproximación teórica del objeto de estudio del turismo

Theoretical approximation to matter of tourism study

Aníbal Fuentes Moreno¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico.
Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

La construcción del conocimiento del turismo ha sido tema básico de diversos investigadores que se reconocen como pioneros de la teoría del turismo, tales como Morgenstern, Erenspengel, Glücksmann, Borman, Troisi, Guyer-Freuler, Stradner, además de los connotados turismólogos Hunzinker y Krapf. Dichos autores propusieron, hacia 1942, la Doctrina General del Turismo (DGT) bajo un enfoque disciplinar económico y sociológico, que enfatizó que los visitantes en los 50 eran motivados por su amor al patrimonio cultural especialmente en Europa. Gran parte de los estudios en los 50 y 60 se limitaron al análisis de la demanda y sus variables en gustos, preferencias de compra y diversión, fortalecidos por un creciente interés en las técnicas de promoción, publicidad y comercialización, lo que sería el nacimiento del mercadeo (marketing). Contemporáneos como Luis Fernández Fuster, Manuel Ortuño Martínez, Manuel Ramírez Blanco o bien Oscar de la Torre Padilla, entre otros, han influido en hacer notar que el turismo posee una ciencia que se origina por la teoría desarrollada respecto a este fenómeno y a su práctica. En los 80 Fernández Fuster iniciaría una publicación preguntándose: ¿Es el turismo una ciencia?, provocando no pocas discrepancias que, para aquel tiempo, en donde las ciencias iniciaban su especialización y perfeccionamiento, el planteamiento de la pregunta, se convertiría en un problema de prestigio, agregando que tal fenómeno tiene hasta hoy día, un sinnúmero de conocimientos con entidad propia, suficiente para que pueda reclamar la categoría de disciplina científica. Sin embargo, las discusiones académicas en el siglo XXI sobre si el turismo es una ciencia o no, están a la orden del día entre los investigadores, académicos, pedagogos y organismos públicos y privados. En este sentido, la pregunta ¿Es el turismo una ciencia?, se vuelve viral en procesos de rediseños curriculares que apuntan a un cambio de matriz productiva en el Ecuador.

Palabras clave: turismo, sostenible, desarrollo sostenible, sistema turístico, cultura, conservación, epistemología, objeto de estudio, ciencia.

Abstract

Knowledge construction of tourism has been the subject of several basic researchers who are recognized as pioneers of the theory of tourism such as Morgenstern, Erenspengel, Glücksmann, Borman, Troisi, Guyer-Freuler, besides the notorious Stradner turismólogos Hunzinker and Krapf, who proposed to the 1942 General Doctrine of Tourism (DGT) under a discipline of economic and sociological approach, which emphasized that the 50 visitors were motivated by their love of cultural heritage especially in Europe. Much of the study in the 50's and 60's were limited to the study of variables in demand and tastes, purchasing and entertainment preferences, reinforced by a growing interest in the techniques of promotion, advertising and marketing, which would be the birth of marketing (marketing). Contemporaries as Luis Fernandez Fuster, Manuel Ortuño Martinez, Manuel Ramirez White or Oscar Padilla Torre, among others, have influenced noting that tourism has a science that originates by the theory developed on this phenomenon and practice. In the 80 Fernandez Fuster begin a post wondering: Is tourism a science?, causing no little disagreement that for that time where science began their specialization and refinement, the approach to the question would become a matter of prestige, adding that such a phenomenon has until today, a number of knowledge of its own, enough to be able to claim the status of scientific specialization. However, 21st century academic discussions about whether

tourism is a science or not, are the order of the day among researchers, academics, educators and public and private agencies. In this sense, the question, Is tourism a science? becomes viral in curricular redesign processes aimed at changing production matrix in Ecuador.

Keywords: Tourism, sustainable, sustainable development, tourism system, culture, conservation, epistemology, under study science.

1. Introducción

El primer elemento que confirma que el turismo es una actividad real se halla en la ley francesa, del 20 de junio de 1936, en donde se señala que todo ciudadano francés tiene derecho al tiempo libre y para garantizarlo el patrono debe pagarle; es decir, el trabajador dispondrá de dinero en su tiempo libre. En 1946 la constitución francesa instituyó de nuevo el derecho al descanso, donde se sugirió que dicho tiempo podía ser utilizado en actividades que requieran un desplazamiento fuera de su lugar de residencia habitual. Allí es donde se puede apreciar como el concepto turismo adquiere características para ser considerado un hecho turístico. Más adelante, en 1961, se certifica al turismo como un hecho de naturaleza especial en la “Carta Social Europea”, donde se interpreta por primera vez al turismo como un hecho fundamental. En 1966 aparece en el “pacto internacional de los derechos sociales y culturales” donde se consagra el derecho al turismo como hecho social y el derecho al descanso como necesidad humana. En 1976 se consagra al turismo como un hecho social en la constitución portuguesa. Posteriormente, en 1978 el turismo es concebido como un hecho social en la constitución de lengua castellana en España. En los 90 cada país, cada región, cada continente iniciaría un sinnúmero de declaratorias todas ellas direccionadas a defender y fortalecer el derecho a realizar turismo como un hecho social, derecho al descanso, códigos de ética, identidad y protección del patrimonio cultural y natural, todo esto respaldado por organismos mundiales como la UNESCO, BID, OEA, OIT, OMT. En 2001 el turismo es reconocido como prioridad nacional en el Ecuador. Finalmente, en 2007, el turismo sostenible es reconocido como política de estado.

2. Etimología del turismo

El turismo es en la práctica, una actividad de servicios personales, motivados por conocer territorios distintos a los de nuestro lugar habitual de vida

que ofertan servicios de alojamiento, alimentación, animación y transporte tan variado como el gusto del consumidor. Sin embargo, la descripción del turismo expuesta en el primer párrafo, no significa que es la única o la más acertada, pues algo que ha caracterizado al turismo con el paso de los años, es la gran variedad de definiciones, caracterizaciones y enfoques. Se analiza a continuación algunos conceptos históricos, en una primera aproximación de averiguar el origen del turismo para posteriormente entrar con el análisis de la epistemología y objeto de estudio.

En la Teoría Sajona, palabra del Sajón antiguo Torn (Inglaterra), se desprenden de este los vocablos *Torn-us* (lo que da vueltas) y *Torn-are* (dar vueltas). Esa raíz implicaba una partida con regreso, y se utilizó durante el siglo XII en los viajes de descanso que emprendían los campesinos. En sajón, los sustantivos de origen del verbo son denominados con el sufijo *-er* (*writ-er* - *Speak-er*). Se presupone que aquel que viaja y luego regresa a su lugar de origen fue llamado *Torn-er*. En el siglo XVIII se sustituye el término *er* por el latín *iste* y griego *isme*, para luego en el siglo XX alcanzar la denominación de *tour-ist* (e) y la actividad que de su acción deriva bajo *Tour-ism*. En castellano, ambos adquieren la denominación de turismo y turista en el mismo siglo; esta es la consideración de la escuela latina (Fernández Fuster, 1978; Boyer, 1982; Jiménez Guzmán, 1986).

Dentro de la escuela Semítica: Houlot (1961) asevera que el término turismo no deriva de la lengua latina, sino del arameo antiguo. Según este autor, en este idioma se utilizaba el término *Tur* para los viajes, la exploración y el traslado de personas.

La escuela Onomástica, de origen inglés, considera que el origen del concepto turismo no se encuentra en una raíz lingüística sino que está vinculado a un apellido de la aristocracia francesa, *De la Tour*. La prueba empírica a esta hipótesis se encuentra cuando Carlos V en 1516 firma un tratado de relaciones con Inglaterra. Al celebrar dicho con-

venio, el rey le entrega la exclusividad del transporte comercial a una familia aristócrata llamada De la Tour. Neil Leiper sostiene que esta familia organizó los primeros viajes de comerciantes ingleses al continente, hecho que marcó el principio del turismo como actividad orientada al desplazamiento comercial (Jiménez Guzmán, 1986; Leiper, 1983).

A mediados del siglo XX, la Teoría Turística se fortalece y algunos turismólogos contemporáneos determinan cinco corrientes básicas, aplicadas al turismo:

- *Corriente económica*: El turismo como un hecho económico, donde se aprovecha los recursos o bienes de tipo económico. La importancia del turismo radica en el beneficio económico que puede dejar la región receptora en donde se lo practica (Schullern, 1911).
- *Corriente cinética*: El turismo como un hecho de movimiento. El turismo es un movimiento de personas que abandonan temporalmente su residencia habitual por motivos relacionados con su espíritu, su cuerpo y su profesión. El turismo es un conjunto de viajes cuyo objeto principal es el comercio, el placer y la profesión (Schwink, 1929; Bormann, 1930).
- *Corriente sico-social*: El turismo como un hecho social que se produce en los seres humanos por la actividad turística. El turismo es un gráfico de viajeros de lujo, es decir, de aquellos que abandonan su residencia habitual y se dirigen a otro sitio sin ningún fin económico, sino para incrementar su “status” y satisfacer necesidades de lujo. Ya se da aquí una noción elitista del turismo como actividad propia de una clase social (Stradner, 1920). El turismo es una actividad que lleva el tráfico de personas que abandonan su lugar de residencia habitual hacia otro sitio y allí satisfacer necesidades de diversa índole (Morgenroth, 1929).
- *Corriente de la definición*: El turismo es un fenómeno que se puede definir por su género próximo y su diferencia específica. Entonces la corriente de la definición afirma que el contenido del turismo es definitivo, que no cambia con la historia y que los elementos que se encuentran en el contenido del turismo son inmodificables (son exponentes de esta corriente Piero Barucci, Alberto Bertolini, Kurt Krapf, Walter Hunziker

y Alberto Sessa). Esta corriente se sustenta en determinadas condiciones que lo hacen posible:

- El desplazamiento, con la única finalidad de recreación y descanso (*loisir*).
- La transferencia de ingresos que es para Barucci, la esencia o el epicentro de la actividad turística.
- El gasto en *loisir*, o sea en actividades propias del tiempo libre
- El viajero.

Barucci (1976) no llega a concretar una definición al turismo, pero sostiene que toda definición que se haga de turismo debe partir de estos cuatro elementos. Para 1974, Alberto Bertolino propone los aspectos fundamentales del turismo:

- El desplazamiento.
- El aspecto económico.
- El aspecto moral, esto se refiere a la vocación que tiene el turista de viajar y gastar para presumir socialmente un estatus económico.
- Un tiempo homogéneo, que recoge todos los momentos destinados.

Bertolino define al turismo como una libre transferencia de personas y réditos, entre países y localidades, originada durante un tiempo en el cual se realizan actos particulares de consumo.

- *Corriente de la descripción*: El turismo es un fenómeno descriptible, se hace imposible definirlo por su género próximo y por su diferencia específica, porque los elementos del contenido del turismo han cambiado con el tiempo, son evolutivos. Sería un gravísimo error definir con los valores sociales de hoy y para siempre, algo que mañana seguramente va a cambiar, no hay que olvidar que el turismo es un hecho socio-económico dinámico, susceptible y cualquier cambio que se haga en el tiempo modificará el contenido del turismo (son exponentes de esta corriente Salah Wahab, Marc Boyer, y John Heeley).

- Desde el punto de vista de la relación social y humana, se puede decir que el turismo es el encuentro de pueblos, de culturas y mentalidades y es por lo tanto un hecho social.
- Desde el punto de vista del mundo exterior, el turismo se caracteriza por ser una industria, o sea un proceso productivo que contribuye al desarrollo de los países del tercer mundo.
- Desde el punto de vista del sujeto receptor, el turismo se caracteriza por ser una profesión que se rige por reglas principios éticos y por técnicas especiales.

Se podría decir entonces que el turismo depende de quién lo mire y cómo lo mire.

3. Escuelas y tendencias

3.1. Escuela humanística del turismo

El turismo para esta escuela es ante todo un hecho humano que no busca resultados económicos, sino que se basa en la utilización de los atractivos turísticos para su recreación y descanso. Los autores que fundamentan esta teoría son Walter Hunziker y Kurt Krapt. Según ellos, el turismo es un conjunto de relaciones y fenómenos que se producen por el desplazamiento y permanencia de personas fuera de su lugar de residencia habitual sin fines de lucro. No obstante, la escuela humanística es una escuela tradicional y a partir de ella se van formando una serie de postulados que trascienden el contenido un tanto individual y abstracto de lo humano y ubicado en el campo de lo "social".

3.2. Escuela sociológica del turismo

Para esta escuela lo que se da en el turismo no es solo un hecho humano sino una relación de índole social o una relación de grupos de personas o de grupos sociales. En 1978 la asociación internacional de expertos científicos en el turismo (AIEST) modifica el concepto turismo definiéndolo como un hecho social humano, económico y cultural irreversible. Uno de los autores que fundamenta estas teorías es Alfonso Flórez Esparragoza (1979), quien dice que la humanidad tiene claro lo que es el turismo, por eso el turismo es un hecho social innegable previo a cualquier consideración

de lucrativo. A este respecto hay que mencionar tres tendencias:

Tendencia sociológica

En esta tendencia el turismo se ha convertido en un problema social, ya que las personas en vez de socializar por medio de la actividad turística se están convirtiendo en seres antisociales. Hay dos formas de entender el problema, una positiva y una negativa. Para la tendencia positiva, el turismo es un problema social pero solucionable en el momento en el que el ser humano se comporte como tal. Para la tendencia negativa, el turismo ante todo es elemento de la súper-estructura ideológica del sistema social, esta permite la reproducción amplia del capital para las multinacionales a costa de las necesidades de países del tercer mundo.

Tendencia geográfica

En esta tendencia se concibe al turismo como un problema social por lo inelástico de la oferta, por la rigidez del espacio para el turismo y por el daño que se le está haciendo por no tener en cuenta la planificación.

Tendencia económica

En esta tendencia el turismo ya ha dejado de ser un hecho social y se ha convertido en un hecho económico.

4. Epistemología del turismo

"A medida que un campo de estudio evoluciona hacia su madurez se introducen y se persiguen nuevas medidas bien fundadas que traslucen una progresión sucesiva y señalan el camino para la transición deseada. Una visión global ilustraría de forma general ese trayecto que se va cubriendo en este ámbito turístico hasta adquirir el estatus de ciencia" (Jafari, 2000).

La científicización del turismo, término acuñado por el turismólogo Jafar Jafari en su tesis doctoral, provocó no pocos comentarios a favor y en contra, especialmente en el mundo de la academia, en donde se presta mucha atención a las razones de por qué esta disciplina no es considerada seriamente por las disciplinas ya establecidas, pero a su vez, existe atracción por las formas sociales que envuel-

ven a la actividad. Se discute también si el gran número de trabajos de titulación, revistas, artículos y productos turísticos son suficientes para la consolidación del turismo como ciencia (Korstanje, 2011).

Jafari (2005) intenta responder primero a la trivialización y la segunda a la indisciplina y disgregación del conocimiento generado. Para muchos pedagogos Jafari no tomó en cuenta la evolución histórica de las diferentes ciencias ni tampoco su vinculación con los sistemas económicos desde donde esas disciplinas nacían.

Tribes (2010) considera que uno de los principales problemas del turismo es su falta de cohesión para poder lograr paradigmas unificados regulados por una academia de naturaleza internacional.

Jafari concluyó erróneamente que una disciplina se mide por la producción bibliográfica ignorando las bases esenciales de toda ciencia. Si bien debemos admitir, esta creencia se encuentra muy expandida en los diversos trabajos en turismo, debe ser reconsiderada seriamente.

El brasileño José Renato de Castro Cesar analiza el turismo desde seis apartados:

- el turismo a través del viaje;
- el turismo como sujeto y objeto de la misma estructura;
- el turismo como contenido de percepción;
- el turismo como identidad de contenido;
- el turismo como percepción de objetos, concluyendo con
- el turismo como una escuela de pensamiento.

5. Objeto de estudio del turismo

Analizado la etimología y la epistemología del turismo desde la visión de pedagogos, científicos y turismólogos, se propone el siguiente objeto de estudio: *El turismo es la ciencia que estudia el espacio turístico en conjunto con el patrimonio natural y cultural, el escenario en donde se desenvuelven los grupos humanos y su inter-relación con el paisa-*

je; interpreta la organización económica, política, ambiental y cultural de la sociedad observada desde un punto de vista geométrico como un conjunto de localidades, infraestructuras de transporte, tecnologías y comunicación, uso sostenido de los recursos naturales, flujos migratorios, modelando el desarrollo y organización del destino turístico.

Este objeto de estudio integra cinco componentes o núcleos estructurantes que sustentan la ciencia del turismo, así: la administración, el patrimonio natural, el patrimonio cultural, el territorio y la operación turística; cada componente está integrado por subcomponentes que respaldan la estructura curricular científica del turismo.

6. El turismo como ciencia

Independientemente de la discusión sobre si el turismo es o no ciencia existen algunas cuestiones que son pertinentes analizarlas tales como ¿qué significa desarrollar investigaciones científicas en turismo?, ¿qué sustenta la científicidad de esas investigaciones?, o ¿si es posible establecer una metodología de la investigación para el turismo? En otras palabras, ¿hay un método científico propio para las investigaciones en turismo, o se pueden aplicar abordajes metodológicos de otras áreas del conocimiento? ¿Qué abordajes serían esos? ¿Qué metodología de la investigación puede desarrollarse para la educación en turismo? ¿Cuál es la relevancia de la investigación y de la iniciación científica en la formación del profesional en turismo? ¿Qué implicaciones podría tener la capacitación en investigación en el perfil del profesional del turismo? Responder con claridad estos cuestionamientos es esencial para el docente, para el pedagogo, para el investigador turístico y para el estudiante que anhela ser un profesional del turismo en el siglo XXI.

Sin duda alguna el principal problema al analizar si el turismo es o no ciencia, es que muchos de los autores que hoy publican, estudian y trabajan en turismo, no han tenido como formación una licenciatura en turismo, guianza, hospitalidad, menos aún gastronomía y más bien su formación se limita a las áreas de administración, arquitectura, biología, comunicación, derecho, economía, filosofía o geografía, además, muy pocos o ninguno ha trabajado directamente en la operación turística, en animación a grupos, en interpretación de naturaleza, en el *front desk* de un hotel, en una cocina, en un aeropuerto,

con nacionalidades indígenas y, por supuesto, no han asistido turísticamente a visitantes reales, no han oído quejas ni tampoco felicitaciones de visitantes satisfechos; no han hecho un trueque con nativos, o han visto el atardecer en una laguna amazónica.

Estos hechos parecerían no ser importantes en el momento de definir al turismo como ciencia, pero constituyen una limitación en el estudio del turismo pues el investigador tiende inconscientemente y en ocasiones conscientemente a reducir la explicación del turismo a su ámbito de especialidad o una experiencia turística vivida.

7. Conclusiones

El turismo no se lo puede estudiar de manera independiente, requiere de apoyo de las demás ciencias, por ser una actividad obligatoriamente de interrelación humana.

Si bien el hombre desde su aparición sobre el planeta Tierra exploró, viajó y descubrió territorios, su motivación fue la supervivencia y el poder a di-

ferencia del placer, el descanso, el estatus, el *stress* y más motivaciones que convierten al viajar en turismo.

El definir si el turismo es ciencia o una actividad de servicios dependerá de los resultados que investigadores y pedagogos demuestren a través de métodos y resultados científicos, que aún no han sido totalmente satisfactorios, desde la visión centralizada de físicos, matemáticas, geógrafos y arquitectos.

8. Recomendaciones

Las redes de turismo deben incluir en sus actividades académicas anuales, conversatorios y eventos científicos que traten con seriedad el tema.

Los organismos de control estatal como Ministerio de Turismo, Quito Turismo, consejos provinciales, y privados como cámaras de turismo, agencias de viaje, hoteles deben participar activamente en las definiciones de ciencia o actividad de servicios como aporte a su actividad.

Referencias

- Barucci, P. (1976) *Tourism: ¿the end of myth?* Centro di studi turistici . Italia.
- Bormann, A. (1930). *Lehre vom Fremdenverkehr: Ein Grundriss*. Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft bei d. Deutschen Reichsbahn. Berlín, Alemania.
- Boyer, M. (1982). *Le tourisme*. Edition du Senil, Collection Peuple et Culture. Paris, Francia.
- Esparragoza, A. (1979). *Derecho turístico colombiano*. CNT (Comisión Nacional de Televisión). Bogotá, Colombia.
- Fernández Fuster, L. (1978). *Teoría y técnica del turismo*. Hispano-Europea. Madrid, España.
- Houlot, A. (1961). *Le tourisme et la Bible*. Revue l'Académie Internationale du Tourisme. Mónaco.
- Jafari, J. (2000). *Encyclopedia of tourism* Routledge, London and New York.
- Jafari, J. (2005). El turismo como disciplina científica. *Política y Sociedad*, 42(1), 39-56.
- Jiménez Guzmán, L.F. (1986). *Teoría turística: un enfoque integral del hecho social*. Universidad Externado de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Korstanje, M.E. (2011). Nociones básicas de epistemología para el turismo. *TURyDES*, 5(12).
- Leiper, N. (1983). *An etymology of tourism*. Annals of tourism research (2). Pergamon Press. New York, USA.
- Morgenroth, W. (1929). *Fremdenverkehr*, En: von Elster Ludwig Adolf Weber & Friedrich Wieser (eds.) Handwörterbuch der Staatswissenschaft. Ledereinband. Alemania.
- Schullern, H. (1911). *Turismo y economía nacional*. Austria.
- Schwih, (1929). *Die Bedeutung des Fremdenverkehrs fuer die Bayerische Wirt rev. Monatliche Mitteilungen des Bundes deutscher Verkehrsvereine*. Alemania.
- Tribes, J. 2010. Tribes, territories and networks in the tourism academy. *Annals of Tourism Research*, 37(1), 7-33.

Tendencias en la demanda laboral del sector turístico del Ecuador

Labor demand trends in tourist sector of Ecuador

Enrique Cabanilla Vásconez¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico.
Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

El presente artículo busca determinar la demanda laboral no satisfecha de personal calificado en el sector turístico del Ecuador. La investigación tiene dos partes, una a partir de los datos estadísticos comparativos del Ecuador con mercados competidores, mediante lo cual se establece el posible desarrollo del turismo en el país para fundamentar la necesidad de una masa crítica de personal profesionalizado al más alto nivel, y en segundo lugar, con los datos laborales obtenidos de entrevistas a expertos y a noticias del Ministerio de Turismo, con los que se determinó que la brecha entre el personal formado y disponible con la demanda laboral real existente en el país es significativa.

Palabras clave: personal turismo, tendencias turismo, turismo Ecuador.

Abstract

This article seeks to determine unmet labor demand of qualified personnel in the tourist sector of Ecuador. The research has two parts, one from the comparative statistics of Ecuador with competitive markets whereby the possible development of tourism in the country is set to support the need for a critical mass of professionalized staff at the highest level, and Secondly, the employment data obtained from interviews with experts and news from the Ministry of Tourism, with which it was determined that the gap between staff trained and available to existing real labor demand in the country is significant.

Keywords: tourism staff, tourism trends, tourism Ecuador.

1. La actualidad del sector turístico en Ecuador

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Turístico (PLANDETUR 2020), Ecuador busca desarrollar un turismo sostenible que genere beneficios directos en los lugares en los cuales esta actividad se lleva a cabo, mediante la generación de empleo directo, la gestión de los servicios turísticos y el fortalecimiento de la cadena de producción local. Esto requiere la participación de todos los interesados en la construcción de un sistema inclusivo, solidario y respetuoso, con especial cuidado de los recursos naturales y culturales del país. Al mismo tiempo, el turismo es considerado como una alternativa para el alivio de la pobreza, con la participa-

ción de poblaciones que deciden aventurarse en el llamado turismo comunitario (Ministerio de Turismo del Ecuador, 2007).

Para lograr estos objetivos, el Plan recomienda varias acciones destinadas a mejorar aspectos como la gobernanza; la descentralización del turismo; la coordinación con otros ministerios para el pleno desarrollo del concepto de la sostenibilidad; el desarrollo de normas de funcionamiento de todos los servicios y arreglos turísticos; construir una seguridad turística programada a nivel nacional; la formación continua de los trabajadores en esta actividad, entre otros.

Según el último Plan de Marketing Turístico Nacional (2011), Ecuador tiene grandes poten-

ciales al ofrecer productos relacionados con sol y playa, turismo comunitario, parques temáticos, el ecoturismo y el turismo de naturaleza, el deporte y el turismo de aventura, turismo de salud, cruceros, el agroturismo, el sector de reuniones, incentivos, convenciones y exposiciones, todos ellos ubicados en diferentes partes de los llamados *Cuatro Mundos* de Ecuador, que son: Galápagos, Andes, Costa y Amazonía. Este plan busca posicionar tres características importantes: en primer lugar, para ser el país más megadiverso del mundo de acuerdo con su extensión territorial; en segundo lugar, para ser reconocido como la mitad del mundo; y, por último, ser un líder en la implementación de políticas que fortalezcan sus recursos naturales, culturales y económicos. Es un país que tiene como política de Estado el derecho a la buena vida para todos los que viven en él o lo visitan.

Según estos planes, los diez países con mayor número de acciones promocionales del turismo en Ecuador son: Estados Unidos, Colombia, Perú, España, Alemania, Reino Unido, Canadá, Francia, Argentina, Italia y Brasil. El turismo que genera la mayor parte de la demanda internacional está relacionado con la cultura, el ecoturismo y la aventura. Y, finalmente, los productos turísticos que se encuentran en consolidación están relacionados con el turismo comunitario, el turismo de congresos y convenciones y el turismo de cruceros.

Actualmente, el país está promoviendo una nueva campaña de marketing llamada *Todo lo que necesitas es Ecuador* (All you need is Ecuador) (Figura 1), que se ejecuta en diferentes ciudades de todo el mundo y ha logrado un buen ranking en Internet. Su marca oficial es *Ecuador, ama la vida* (Ecuador, love life).

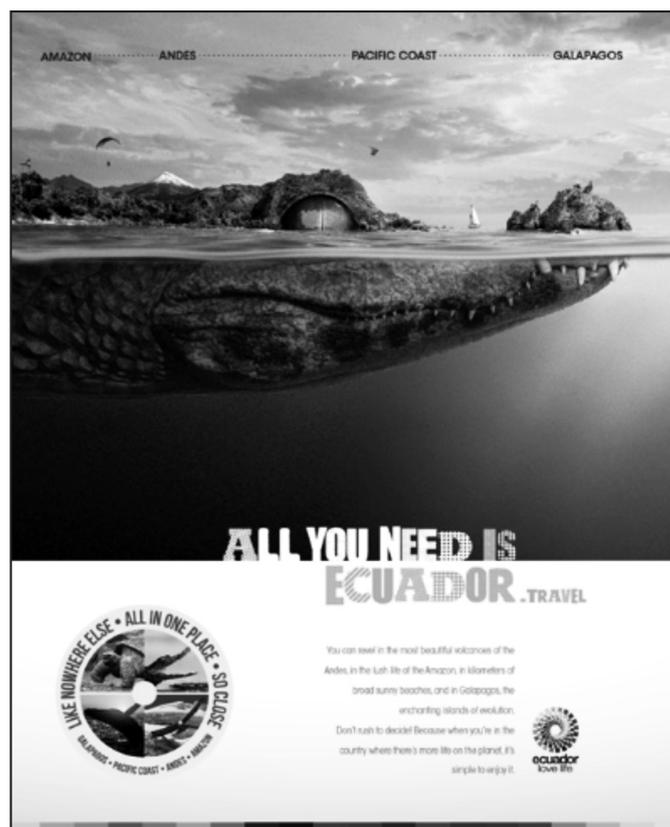


Figura 1. Eslogan y marca país del turismo en Ecuador al 2014. (Ministerio de Turismo, 2014).

2. Metodología

La presente investigación es descriptiva-analítica. Descriptiva en cuanto configura la situación

actual del turismo en el Ecuador y con base en ello realiza proyecciones a largo plazo. Estos resultados dan paso a un estudio analítico sobre la demanda de talento humano que tendrá el sector en los próximos

20 años. El método utilizado es mixto: cuantitativo para la utilización y procesamiento de estadísticas, y cualitativo en la interpretación de resultados y entrevistas con expertos calificados del sector.

3. Resultados

3.1. Demanda laboral de acuerdo con la evolución del turismo ecuatoriano en los últimos 15 años y su proyección al 2035, de forma comparada a sus principales y más directos competidores.

A continuación se presentan las evaluaciones del desarrollo del turismo ecuatoriano en los últimos 15 años, comparado con países que claramente se identifican como competencia directa, que son: Colombia y Perú, como mercados fronterizos, y Costa Rica como un país con oferta similar. Los datos fina-

les confirmados y utilizados para esta comparación corresponden a los años 2001 al 2013.

3.1.1 Proyecciones de la demanda laboral de acuerdo con el número de arribos al país.

En la Figura 2 se observa la evolución del número de arribos de turistas a los países antes mencionados. Tal como se puede observar al 2001, año base de la comparación, los países iniciaron muy cercanos entre sí. Costa Rica mantenía un liderato en la región, debido en mucho a su posicionamiento como un destino verde y de aventura. Colombia, a la par de Ecuador y Perú muy cerca, sin una brecha significativa, consolidándose como un destino emergente luego de un largo período convulsionado por temas armados de carácter interno y externo. El mercado consolidado a este año base presenta los datos incluidos en la Figura 3.

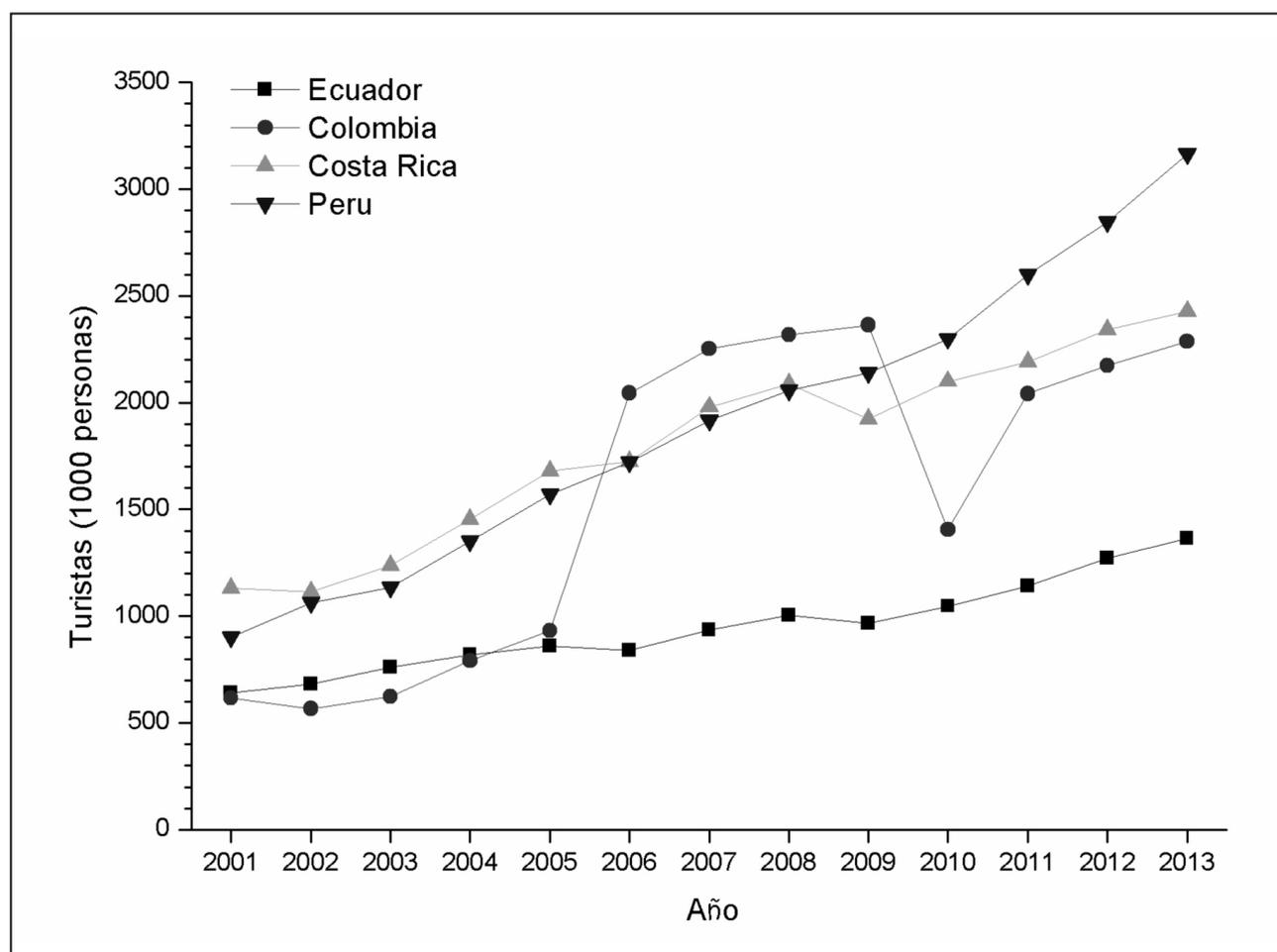


Figura 2. Comparación del número de ingresos de turistas con países competencia de Ecuador. (Fuente: World Development Indicators, 2015).

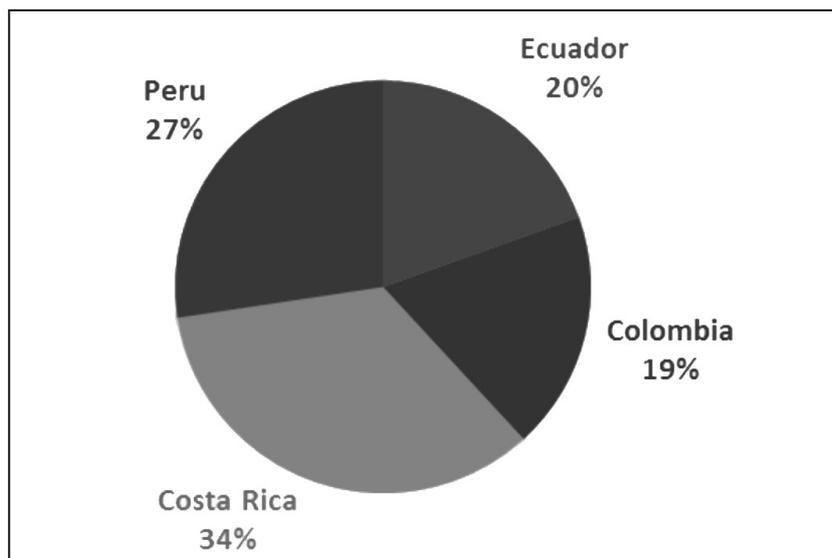


Figura 3. Market share del turismo receptivo en Ecuador comparado con países competencia al 2001. (Fuente: World Development Indicators, 2015).

Aportando al análisis final, el mercado estaba mejor distribuido y las brechas no eran, porcentualmente, significativas. Posteriormente, mientras que Perú y Costa Rica tienen un ascenso notable, con una alta tasa de crecimiento sostenida, Colombia, que estaba a la par de Ecuador, tiene un salto positivo para el 2005, marcando de esta forma una línea de crecimiento que marca una brecha con Ecuador. Si bien Colombia para el 2009 sufre una desaceleración notable, en el 2010 recupera su crecimiento positivo.

De la comparación de la situación del mercado se desprende que Costa Rica y Ecuador pierden varios puntos porcentuales sobre el flujo consolidado de turismo receptivo en esta selección. Perú gana 7 puntos porcentuales y Colombia gana 6. Se observa claramente que el país está rezagado en su crecimiento y ha perdido su posicionamiento frente al año base, Figura 4).

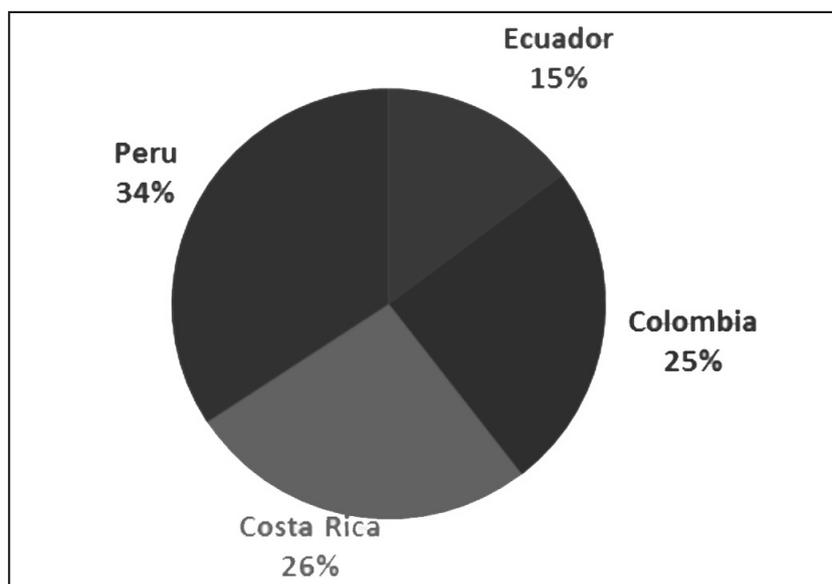


Figura 4. Market share del turismo receptivo en Ecuador comparado con países competencia al 2013. (Fuente: World Development Indicators, 2015).

Se observa que Ecuador pierde posición de mercado en los últimos 15 años, mientras que los países fronterizos han tenido un desarrollo más relevante y sostenido. Pese a crecer, en varios años sobre su media móvil, la brecha, entre los países comparados según este indicador con Ecuador, ha ido incrementándose.

3.1.2 Tendencias sobre número de arribos al 2035 y su incidencia sobre la demanda del talento humano

En base a la media anual de la serie obtenida se ha proyectado el siguiente crecimiento para el Ecuador hasta el año 2035, Figura 5. La media de crecimiento anual es del 6,60%, superior a la media anual a nivel mundial. Hasta el 2035 el número de turistas se habrá cuatriplicado, por lo que el número de profesionales necesarios para planificación, organización, operación y evaluación de este sector productivo tendrá una demanda exponencial significativa.

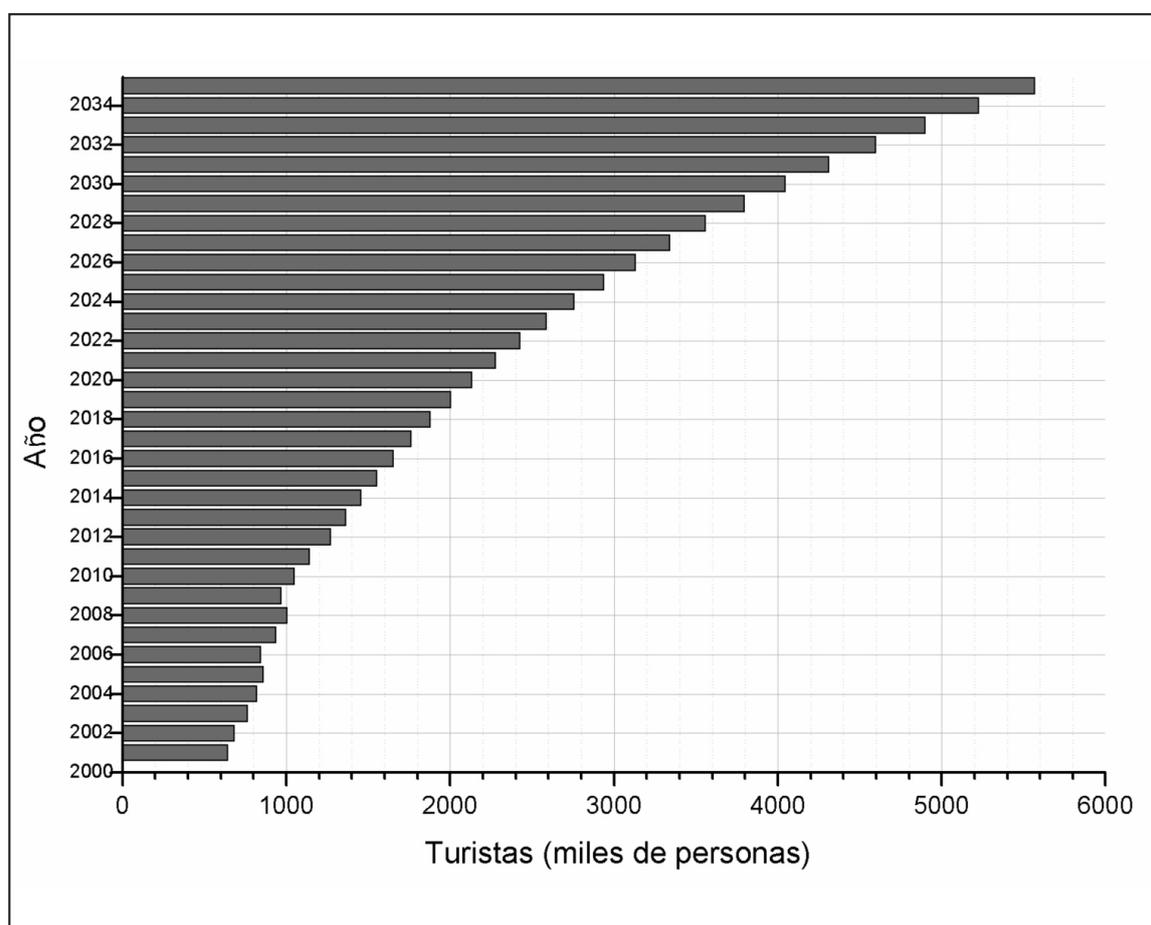


Figura 5. Proyecciones al 2035 del crecimiento del turismo receptivo en Ecuador, en número de personas. (Fuente: World Development Indicators, 2015).

3.2. Proyecciones de la demanda laboral de acuerdo con los ingresos económicos por turismo

El turismo ha representado en los últimos años un importante rubro en el Producto Interno Bruto (PIB) del país, manteniéndose siempre entre los

primeros cinco puestos, razón por la cual es actualmente considerado como un sector clave para el cambio de la matriz productiva. A continuación se observa la serie con los ingresos en millones de dólares obtenidos por la gestión turística del país (Figura 6).

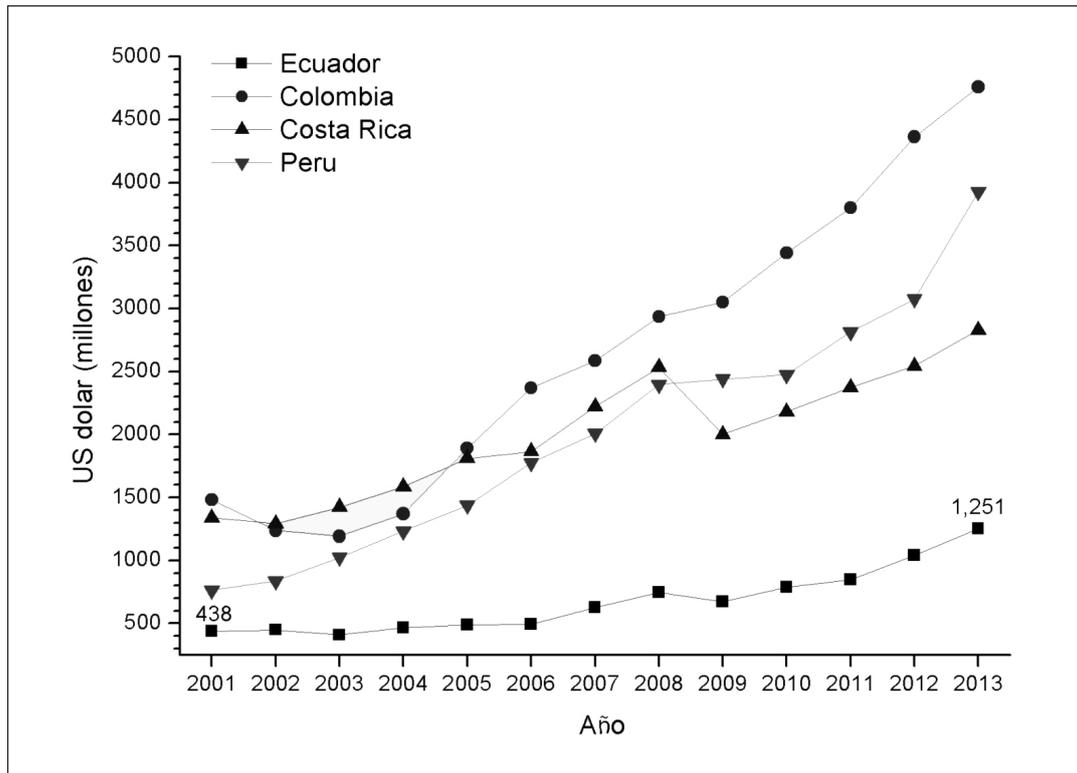


Figura 6. Comparación de ingresos por turismo de Ecuador con países de competencia directa (Fuente: World Development Indicators, 2015).

Los ingresos en la serie presentada se han triplicado, generando un impacto positivo para la economía del país y al cambio de la matriz productiva establecido en el Plan Nacional para el Buen Vivir. Es un sector productivo de suma importancia para la generación

de ingresos provenientes del exterior. Sin embargo, como se observa en estos dos cuadros comparativos, el Ecuador ha perdido posición porcentual de los ingresos generados por turismo receptivo, frente a los países escogidos para este balance (Figura 7).

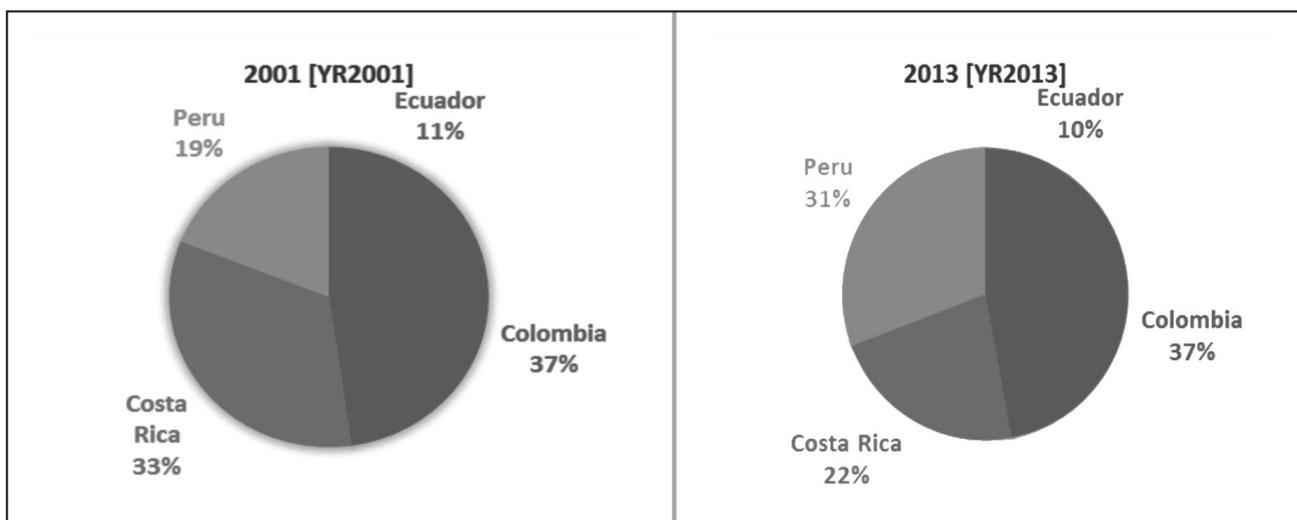


Figura 7. Comparación del *market share* de los ingresos económicos, con países competencia, del turismo en Ecuador, del 2001 y 2013 (Fuente: World Development Indicators, 2015).

Se observa que el turismo ocupa un importante puesto en el PIB del país, siendo una excelente opción para la generación de ingresos del exterior. Pero, el turismo ecuatoriano ha perdido porcentaje dentro de la capacidad de captación de divisas por este concepto, frente a mercados competencia.

3.2.1 Tendencias sobre los ingresos del turismo al 2035 y su impacto en la demanda laboral

En la Figura 8 se resume cuánto el país recibe por cada visitante del exterior. En la serie se observa

que en trece años el ingreso por turista aumentó en un 34%, monto de importancia para la economía ecuatoriana. La tasa media de crecimiento de estos ingresos es del 2,61% y, de mantenerse este incremento, representará para el año 2035 un valor de USD 1.617 por persona. Si contrastamos este valor con el estimado del número de turistas receptivos para el 2035, el ingreso real podría ser de al menos USD 9.002.152.384. Son varios los factores claves para llegar a este escenario, uno de los cuales es el talento humano, considerado por muchos como crucial.

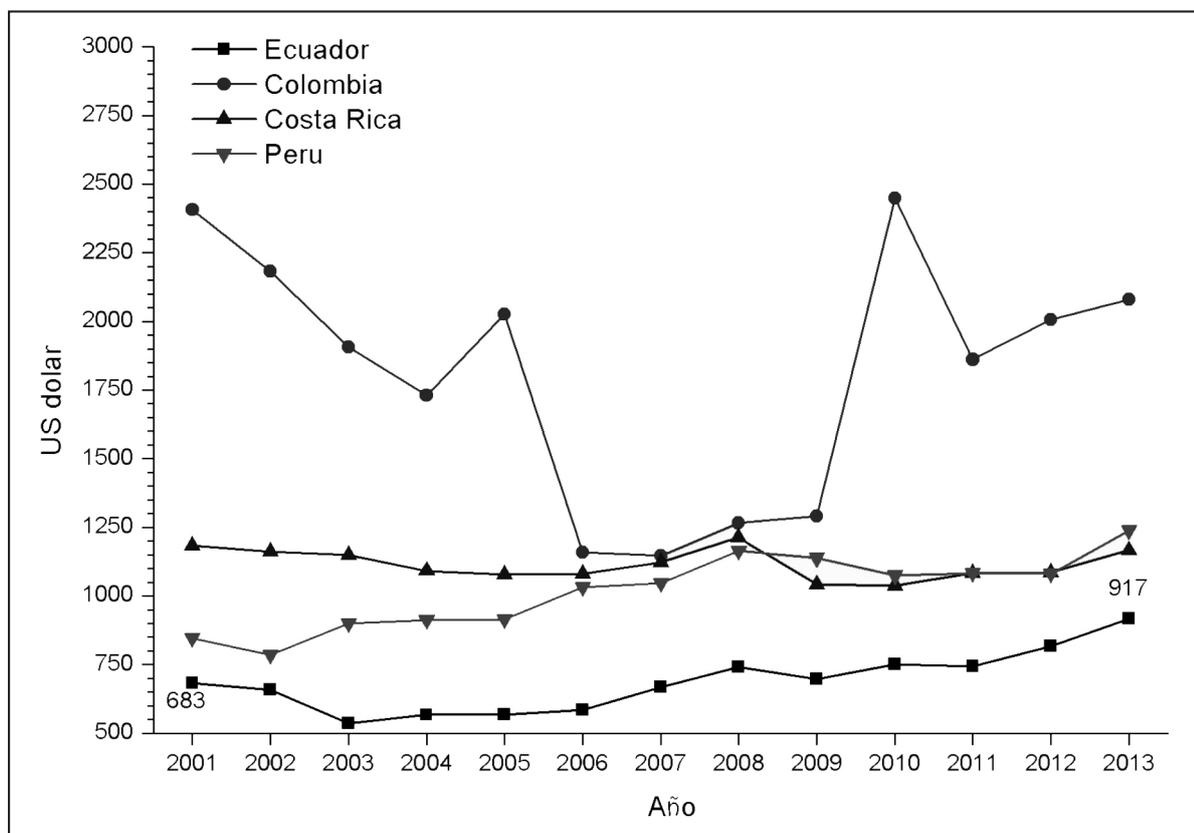


Figura 8. Ingreso económico por turista en Ecuador, comparado con países competencia. (Fuente: World Development Indicators, 2015).

3.3. Proyecciones de la demanda laboral de acuerdo con el turismo emisor

El turismo emisor ecuatoriano ha mantenido su crecimiento, tal como se observa en la serie presentada en la Figura 9. Si bien Ecuador se mantiene rezagado en comparación a sus mercados competidores, el crecimiento del turismo emisor ha sido transcendental

para mantener una balanza turística que en muchos años del período evaluado ha sido negativa. Este crecimiento responde también a otros procesos como la migración a otros países y la facilidad de ir a destinos lejanos que antes eran muy costosos. Mucho del recurso humano de agencias de viajes tienen mayor conocimiento y facilidad a vender destinos en el exterior, sobre los lugares turísticos del país.

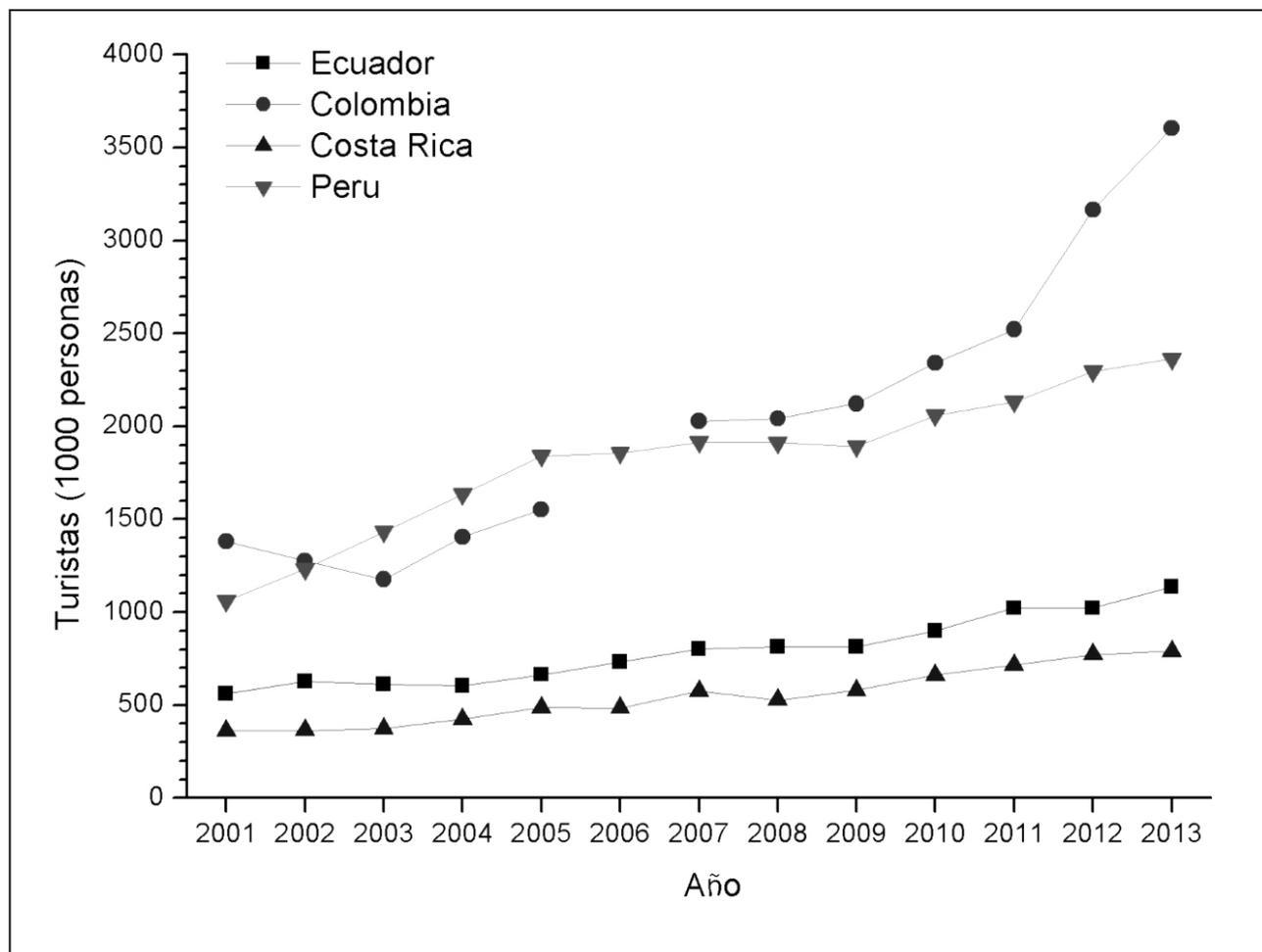


Figura 9. Evolución del turismo emisor del Ecuador comparado con países de competencia directa (Fuente: World Development Indicators, 2015).

Se observa que el turismo emisor crece de forma sostenida, aunque muchas de las salidas son de migrantes que luego no retornan al país. El turismo ecuatoriano tiene una balanza de pagos inestable, muchas veces los egresos por el turismo emisor ha superado al receptor.

3.3.1 Tendencia del turismo emisor ecuatoriano al 2035 y su relevancia en la demanda laboral

La tasa de crecimiento promedio es de 6,78 %. Si se mantiene este ritmo para el 2035 el turismo emisor será de 4.818.595 personas en un año. Es de mucha importancia contrarrestar el crecimiento excesivo del emisor, fomentando el turismo interno, para fortalecer la endeble balanza de pagos en turismo. Una razón más por la cual la

calidad y pertenencia del talento humano formado en la universidad será clave para la consecución de estas metas.

3.4. Proyecciones de la demanda laboral de acuerdo con el turismo interno

El turismo interno es el otro elemento de importancia en el turismo ecuatoriano. Manteniendo los porcentajes obtenidos del estudio de la cuenta satelital del turismo, que mencionan que el turismo de los ecuatorianos en el país representa al 55% del valor total del número de personas que se han desplazado en el país, hacia el país y desde el país (Figura 10). Este valor estimado para el 2015 sería de 3.379.725 personas.

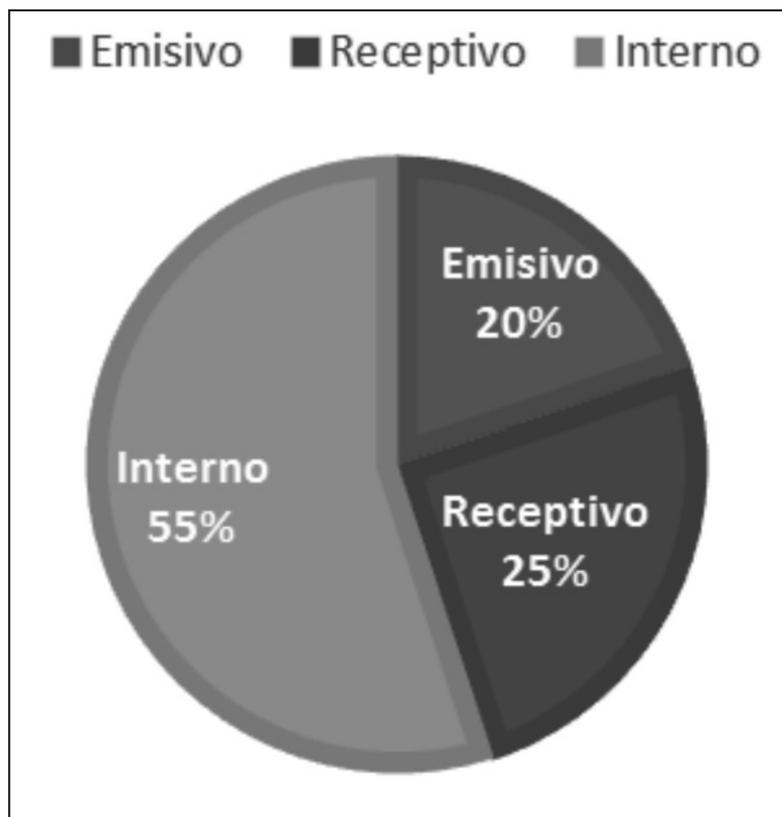


Figura 10. Composición del *market share* del turismo ecuatoriano según destino de viaje (Fuente: Marconi & Falconí, 2005).

El turismo interno ha aumentado en número, cantidad de días, montos de gastos en los últimos años, sin embargo, no ha logrado consolidar nuevos destinos y mayormente ha utilizado aquellos que se consideran como clásicos en el *trade* turístico. La ausencia de personal capacitado para promocionar y comercializar el país ha debilitado el crecimiento de nuevos destinos potenciales y no ha logrado combatir el viaje emisivo de un sector de la ciudadanía.

El turismo interno es un eje para la redistribución de riquezas en todo el país. Según varios reportes de prensa y del mismo ministerio su crecimiento es considerable y continuo. Con este crecimiento se han fortalecido los segmentos de sol y playa, pero han surgido otros con fuerza como el de aventura, ecoturismo, de salud, religioso, entre otros. Por algunas mediciones locales se puede afirmar que el número estimado con base en los datos del Ministerio de Turismo es aún muy conservador.

3.4.1. Tendencia de desarrollo del turismo interno ecuatoriano al 2035 y su impacto en la demanda laboral

Los ecuatorianos ven a su país como un lugar para vacacionar. Han mirado a la vez posibilidades que no sean solo de sol y playa (nicho más demandado), sino que actualmente hay un flujo considerable a la Amazonía, al austro ecuatoriano y a lugares con intereses específicos como de aventura, ornitología, entre otros. Es por esta razón que la demanda de profesionales de turismo se ha incrementado en los destinos emergentes, al igual que en aquellos que han ido posicionándose y fortaleciéndose.

3.5. El turismo, un sector con una considerable demanda insatisfecha de profesionales

La demanda de profesionales formados en turismo en el Ecuador tiene varias entradas, tal como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de demanda laboral turística en el Ecuador.

Tipo de ocupación	Mercado laboral	Número aproximado	Estado de satisfacción
Equipo de trabajo especializado en planificación turística para GAD parroquiales, cantonales, provinciales, nacionales.	<p><i>Parroquias:</i> 1.129, con equipos de al menos 2 personas.</p> <p><i>Cantones:</i> 221 con equipos de por lo menos 4 personas.</p> <p><i>Provincias:</i> 24 con equipos de al menos 8 personas.</p> <p><i>Ministerio de Turismo:</i> a nivel nacional</p> <p>Otras instituciones públicas: por lo menos otras 10 instituciones públicas tienen al menos un equipo con dos especialistas en turismo.</p>	<p><i>Parroquias:</i> 2.258 personas.</p> <p><i>Cantones:</i> 884 personas.</p> <p><i>Provincias:</i> 192 personas.</p> <p><i>Ministerio de Turismo:</i> 614 personas.</p> <p><i>Otras instituciones públicas:</i> 20 personas</p>	<i>BAJO:</i> De los sondeos realizados, en los gobiernos autónomos, se ha identificado que son muy pocos los profesionales graduados en turismo o carreras relacionadas que trabajan en estas áreas. De forma similar acontece en el Ministerio de Turismo y en otras instituciones del Gobierno central.
Empresas privadas del Ecuador:	<p><i>Agencias de viajes:</i> 1.554 con un promedio de al menos 3 personas por empresa.</p> <p><i>Alojamiento:</i> 4.047 empresas con un promedio de al menos 5 personas.</p> <p><i>Comidas y bebidas:</i> 12.437 con un promedio de al menos 4 personas por empresa.</p> <p><i>Recreación, diversión, esparcimiento:</i> 759 con un promedio de al menos 5 personas por empresa.</p> <p><i>Transporte turístico:</i> 369 al menos 3 personas por empresa</p>	<p><i>Agencias de viaje:</i> 4.662 personas</p> <p><i>Alojamiento:</i> 20.235 personas.</p> <p><i>Comidas y bebidas:</i> 49.748 personas.</p> <p><i>Recreación, diversión, esparcimiento:</i> 3.795 personas.</p> <p><i>Transporte turístico:</i> 1.107 personas.</p>	<i>MEDIO:</i> del sondeo que se realizó la ocupación de personal graduado en turismo y carreras afines es intermedia. Especialmente en los mandos medios y directivos hay variedad de profesionales de otras carreras, con poca o nula experticia en el sector.
Organismos no gubernamentales	<i>Tomando como referencia un estudio de ONG que apoyan al turismo comunitario se observan más de 50 a nivel nacional e internacional que trabajan en el país:</i> mínimo 2 personas por equipo.	ONG: 100 personas	<i>BAJO:</i> del sondeo aplicado se observó que en las ONG los encargados de proyectos de turismo, son, en muchas ocasiones, profesionales que no tiene una carrera relacionada con el sector.
Consultores	Número indeterminado, sin registro.	<i>Consultores:</i> 20 personas (aproximado de acuerdo con el número de empresas especializadas que concursan en compras públicas)	<i>MEDIO:</i> del sondeo se observó que muchos de los consultores en turismo provienen de otras carreras, aunque el porcentaje está en el nivel medio pues por temas de competitividad con otras consultoras se privilegia a aquellos con estudios en el sector.

Como se observa en la Tabla 2 hay un total aproximado de 83.635 puestos de trabajo para profesionales de turismo. Tomando en cuenta la siguiente matriz y considerando que todos los graduados en turismo estén laborando directamente en el área, el

porcentaje de demanda satisfecha es de apenas el 55 % de los empleos directos creados en el sector. Es decir, en el mejor de los escenarios, 1 de cada 2 profesionales del sector turístico no tienen un título relacionado con el área.

Tabla 2. Títulos en turismo, gastronomía, hotelería y restaurant (tercer nivel).

	Turismo	Gastronomía	Hotelería	Restaurant
Total	26.151	3.734	15.861	43
Antes de 2004	4.188	58	2.136	8
2004	843	40	478	1
2005	1.119	68	715	.
2006	1.343	92	819	1
2007	1.831	109	1.137	2
2008	1.806	195	1.071	2
2009	2.483	198	1.750	2
2010	2.097	255	1.233	.
2011	2.174	335	1.423	1
2012	1.752	506	1.024	2
2013	2.383	737	1.327	3
2014	1.547	570	897	7
2015	1.844	565	1.047	14
No Registra	741	6	804	.
<i>Fuente:</i> SENESCYT/SNIESE. Octubre 2015				

Tomando en cuenta el crecimiento sostenido del sector y, que, en palabras del Ministerio de Turismo, el empleo directo e indirecto al 2014 fue de 344.800 puestos de trabajo, considerando igual presunción que en el caso anterior, de un escenario en el cual TODOS los graduados de turismo estén laborando en el sector la demanda satisfecha sería tan solo de un 13%. Queda totalmente demostrado que el sector turístico tiene una alta empleabilidad, por lo que carreras de calidad en el sector son estratégicas dentro del Plan de Desarrollo para el Buen Vivir y del Plan de Cambio de la Matriz Productiva del Ecuador. Nueve empleos directos e indirectos del turismo, no son ocupados por una persona con formación universitaria.

4. Conclusiones

El país tiene un retroceso en sus proyecciones de crecimiento turístico, que aún son más notables si

las comparamos con países de competencia directa como son Colombia, Perú y Costa Rica. Este estancamiento se debe a varios factores, pero uno de ellos es la insuficiencia de un talento humano formado para el trabajo, el emprendimiento y la innovación en el sector turístico. La falta de consolidación de destinos o la incorrecta gestión turística en los municipios, cantones y provincias, son bases para no haber crecido como estuvo previsto en el PLANDETUR 2020, todo lo cual está directamente relacionado con las personas que deben hacer esas tareas.

La fuerza laboral del turismo en Ecuador está ocupada por personas de otras profesiones y mayormente por individuos con competencias básicas (idioma, ofimática) que han sido contratados para llenar las plazas requeridas por los diferentes empleadores, tanto públicos, privados, no gubernamentales y comunitarios, ante la falta de personal capacitado de forma adecuada. Esto ha producido cierto distanciamiento entre la empresa y

los centros de educación superior, puesto que expresa que las instituciones educativas no cubren la demanda y en algunos casos las competencias no están actualizadas. Para el caso del Estado las contrataciones tienen más de afinidad política que de personas con las capacidades necesarias para la gestión turística de estos territorios.

Quedan abiertos innumerables líneas de investigación sobre este tema como: la relación academia-empresa (pública, privadas, comunitarias, no gubernamentales, etc.) en la formación integral del talento humano del sector turístico; el estado del talento humano en los puestos laborales; los procesos de capacitación y actualización profesional del sector, entre muchos otros temas que deben ser abarcados sobre el talento humano y su proceso educativo.

Referencias

- Banco Mundial. (2015). *Indicadores de desarrollo mundial*. Recuperado de: <http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators>
- Cabanilla, E. (2016). *La configuración socio-espacial del turismo comunitario, caso República del Ecuador*. Tesis doctoral. Avance no publicado. Argentina: Universidad Nacional del Sur.
- Marconi, S. & Falconí, J. (2005). *Una interpretación mesoeconómica del turismo en Ecuador*. Quito: Banco Central del Ecuador
- Ministerio de Turismo del Ecuador. (2007). *Plan estratégico de desarrollo del turismo sostenible en Ecuador hacia el año 2020: PLANDETUR 2020*. Quito: Ministerio de Turismo del Ecuador.
- Ministerio de Turismo del Ecuador. (2014). *La gráfica de la campaña 'All You Need Is Ecuador' ganó premio en Alemania*. Recuperado de: <http://www.turismo.gob.ec/la-grafica-de-la-campana-all-you-need-is-ecuador-gano-premio-en-alemania/>
- Ministerio de Turismo del Ecuador. (2015). *Noticias sobre demanda laboral sector turismo Ecuador*. Recuperado de <http://www.turismo.gob.ec/ministerio-de-turismo-busca-duplicar-el-numero-de-ingreso-de-visitantes-alcanzada-en-el-2006/>
- Ministerio de Turismo del Ecuador. (2015). *Catálogo de servicios turísticos del Ecuador al 2013*. Quito: Ministerio de Turismo del Ecuador.
- Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT). (2015). *Histórico de graduaciones en el sector turismo, gastronomía, hotelería y restaurante*. Documento no publicado.

La construcción de los espacios públicos de ocio en la ciudad de Quito

Construction of public spaces for leisure at Quito city

Edison Molina¹, Patricia Ercolani², Guillermo Ángeles²

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

² Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geografía y Turismo. Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

Resumen

El desarrollo del artículo describe la construcción histórica de los espacios públicos de ocio en la zona urbana de la ciudad de Quito. Se realiza un recorrido por el pasado y se analiza la actualidad de los sitios dedicados al esparcimiento, recreación y actividades deportivas. Como resultado de este análisis se propone una clasificación con base en la realidad local y se identifican los principales lugares de disfrute dentro de las 32 parroquias urbanas elegidas para el presente estudio.

Palabras clave: espacios públicos, ocio, Quito, recreación, deportes.

Abstract

In this article, historic construction about public spaces for leisure at urban zone of Quito city is described. A walk by the past is made, and current situation of places dedicated for leisure, recreation and sport activities are analysed. As result, a classification based on the local reality is proposed, and main places for leisure are identified in the 32 urban parish selected in this study.

Keywords: public spaces, leisure, Quito, recreation, sports.

1. Introducción

La sociedad urbana de Quito ha tenido cambios importantes en las formas y la composición de la ciudad; razones fundamentales para analizar la actuación del ocio en la comunidad quiteña. El análisis del ocio desde el contexto geográfico permite comprender las dimensiones del espacio a través de las diferentes etapas que labraron el desarrollo de la urbanidad en la capital de los ecuatorianos.

Los orígenes de la composición poblacional se remontan a las organizaciones indígenas conocidas como los Quitus-Caras y luego Incas, que marcaron construcciones fortificadas en las cuales se concentraban los poderes, otorgando al área rural su am-

plia acción de subsistencia que albergaba las zonas de cultivo. La llegada de la conquista española a la ciudad de Quito, el 6 de diciembre de 1534, significó una nueva concepción del urbanismo, frenando la evolución histórica de los primeros asentamientos e incorporando novedosos elementos en las nuevas estructuras que, necesariamente, determinaron la convivencia entre dos culturas diferentes que, con el pasar del tiempo, evolucionaron hacia una nueva y dinámica sociedad.

La influencia española instaurada en el territorio, en interacción con las costumbres y tradiciones, conformarían los pilares sobre los cuales se desarrollaron las construcciones de ocio para la sociedad instituida en Quito y, posteriormente, a partir de la

conformación de la República, logró afianzarse otorgando un sentido de pertenencia. Fiestas, eventos, plazas, parques, teatros y demás expresiones representaron la forma de ocupar el tiempo de ocio.

En este estudio se realiza un análisis de la definición de los espacios públicos de ocio y, además, se realiza un recorrido por los principales lugares que estuvieron ligados a la recreación con gran significación para la población local en la instaurada ciudad de Quito.

2. Materiales y métodos

Para la construcción de la propuesta se tomaron en cuenta los enfoques cualitativo y cuantitativo. El enfoque cualitativo, por medio del estudio do-

cumental, facilitó la definición del marco teórico sobre espacio público y ocio, a partir de lo cual fue posible obtener los datos más relevantes de la construcción histórica de los espacios públicos de ocio en la ciudad de Quito (Figura 1). El enfoque cuantitativo permitió desarrollar una clasificación en categorías y subcategorías de la actualidad de los espacios públicos de ocio con base en la realidad territorial de Quito. Tales espacios fueron identificados y geolocalizados para permitir su representación cartográfica por medio del sistema de información geográfica Arcgis 10.1©, y obtener una panorámica actual de la distribución de estos lugares en el territorio. Durante todo el proceso investigativo se realizó una amplia exploración de material bibliográfico, general y específico, obteniendo resultados muy relevantes para comprender la construcción de los espacios de ocio.

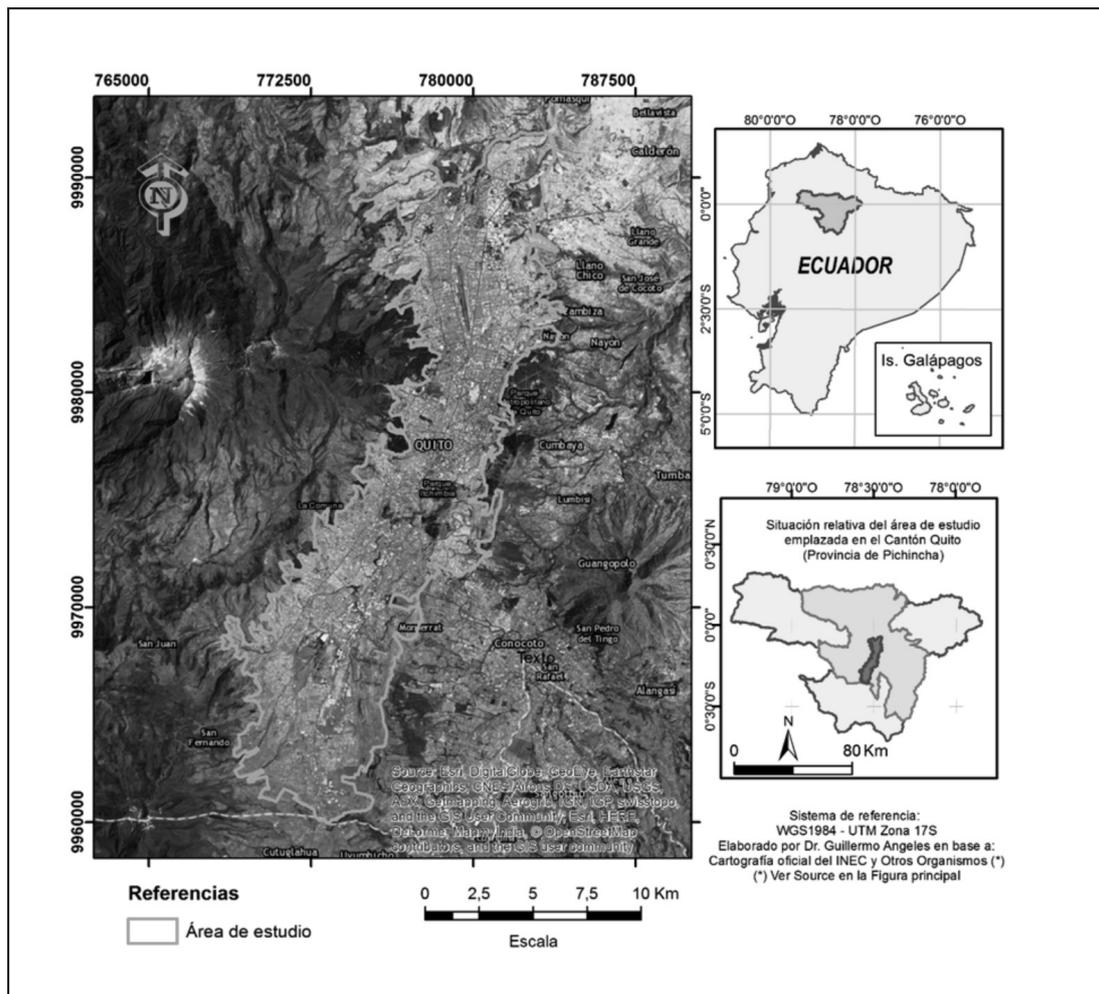


Figura 1. Localización del área de estudio.

3. Resultados y discusión

3.1. *Hacia una conceptualización de los espacios público.*

Desde la perspectiva del urbanismo, un espacio público es de propiedad estatal y comprende a cualquier sitio abierto de libre acceso y circulación para los residentes y visitantes. Al respecto, Fleury (2007) señala que: “El espacio público es una expresión polisémica que designa un espacio a la vez metafórico y material. Como espacio metafórico, el espacio público es sinónimo de esfera pública o del debate público. Como espacio material, los espacios públicos corresponden tan pronto a espacios de encuentro e interacción sociales, como a espacios geográficos abiertos al público, o a una categoría de acción”.

A su vez, la sociedad visualiza al espacio público como un lugar dinámico, lleno de actividades cotidianas, usos y conflictos; un espacio cargado de diferentes significados producto de la misma complejidad social de las ciudades, aún más en metrópolis históricas como Quito, donde se yuxtaponen fuertes identidades adquiridas a partir del proceso independentista y republicano del Ecuador. Al respecto Varela (1999) expresa que: “el espacio público es, radicalmente, un espacio para todos pero el significado espacial es, radicalmente, idiosincrásico de las personas y grupos que se relacionan con él. Y, obviamente, no todas las personas y grupos interpretan de igual forma el espacio urbano”.

A nivel espacial, las diferentes políticas públicas se reflejan también en los espacios públicos y les otorgan una configuración cambiante a través de las acciones particularizadas que en ellos se desarrollan. Quito no es la excepción, y un claro ejemplo de ello son las ligas deportivas barriales, nacidas por la apropiación del espacio por parte de los deportistas aficionados, que les dieron identidad a estos lugares de recreación, y acompañan el crecimiento de la ciudad compartiendo los espacios verdes de la ciudad, administrados por el Municipio de Quito.

Los espacios públicos centrales están inmersos en los contextos políticos e históricos de un país. Las ciudades contienen a los espacios propicios creados por diferentes ritmos y demandas sociales y son consolidados a partir de diferentes visiones en relación

a su gestión. A su vez, ésta se refleja en inversiones permanentes en pro de la conservación de estos espacios, a los cuales atribuyen ser el resultado de su planificación ante la sociedad, y ven en ellos los escenarios adecuados para gastar sus energías y replicarlas sobre otros espacios comunes alejados de los núcleos centrales. En este escenario existe una dualidad entre el accionar de lo público y lo privado, donde es posible observar brechas a favor de la participación de la inversión privada que avanza en la creación de nuevos espacios. Este desequilibrio se plasma en nuevos espacios para el consumo. Entre ellos, los grandes centros comerciales han producido cambios estructurales en las zonas urbanas y periféricas y en las prácticas de compras en la sociedad en sí. La sociedad por sus consumos amplía los tiempos de atención al cliente y convierte los espacios privados en espacios públicos, que también se ofrecen al disfrute del tiempo de ocio.

Para el caso de esta investigación se visualiza al espacio material como lo clasifica Fleury (2007), donde existe una relación con lo social y urbano que corresponde al enfoque de la geografía humanística. Asimismo, en el análisis se contemplan los espacios de ocio surgidos de la planificación pública y de aquellas iniciativas de las organizaciones sociales y sin fines de lucro existentes en la zona urbana de la ciudad de Quito.

3.2. *El ocio*

Varios autores han realizado sus investigaciones sobre esta temática. Entre ellos, Dumazedier (1971) define al ocio como “un conjunto de ocupaciones a las que el individuo puede entregarse de manera completamente voluntaria tras haberse liberado de sus obligaciones profesionales, familiares y sociales, para descansar, para divertirse, para desarrollar su información o su formación desinteresada, o para participar voluntariamente en la vida social de su comunidad”.

En la definición expuesta por el sociólogo francés Joffre Dumazedier se explica claramente la intencionalidad para realizar actividades que produzcan liberación o placer independientemente de las tres funciones por él identificadas: el descanso, la diversión y el desarrollo de la personalidad. La Teoría de las 3D con sus tres funciones (descanso, diversión y

desarrollo de la personalidad) son diversas formas de concebir al ocio, facilitan el estudio, la clasificación y precisan la funcionalidad de los espacios en el área de estudio elegida para la investigación.

La primera función: el descanso, alivia la fatiga, libera las tensiones del trabajo de forma tanto física como emocional y todas las complejidades que las relaciones laborales originan, desde los trayectos al trabajo; así como la convivencia con la producción y las relaciones laborales. La segunda función: la diversión, contribuye a terminar con el aburrimiento rompiendo por completo la cotidianidad, es muy necesario para llevar interacción social en diferentes lugares y circunstancias de las habituales. Por último, la tercera función: el desarrollo de la personalidad, que alude a una formación práctica y permite nuevas formas de integración con grupos sociales, a partir del desarrollo de aptitudes ganadas en la formación.

3.3. *Pasado del ocio en el espacio quiteño: los primeros tiempos*

A pesar de que Colonia fue una etapa marcada por la imposición de la cultura española sobre la indígena; existieron momentos para la recreación. Las corridas taurinas eran las fiestas populares de gran convocatoria que se realizaban todo el año y no dependían de una fecha en particular para su organización.

Según la entrevista realizada al cronista de la Ciudad, Alfonso Ortiz en los especiales del Diario *El Comercio* (2014), éste afirma que *“las corridas de toros eran las primeras fiestas públicas que se celebraron en Quito. Al principio, estas fiestas fueron para demostrar el poder de la clase dominante a través de las maniobras de los caballos y de los caballeros. No todo el mundo tenía un caballo. Pero poco a poco, esa fiesta, que marcaba una diferencia entre la élite y el pueblo comenzó a diluirse. El pueblo se apropió de ella. La vida cotidiana era muy plana, muy uniforme. Nosotros, ahora, tenemos un abanico gigantesco de diversiones. Podemos subir a una montaña, ir a una piscina, al cine o ver una película en nuestra sala... La fiesta, a partir de los años de la Colonia, era una válvula de escape. Cuando Atahualpa llegó a Cajamarca, al encuentro con Francisco Pizarro, llegaron músicos y gente*

cantando y bailando con la comitiva del Inca. Cada cosecha despertaba una fiesta. El espíritu festivo de los indígenas coincidió con el de los españoles”.

La manera tradicional de divertirse en los tiempos de la Colonia se mantendría en la República, además de conservar el estilo de vida, las costumbres y las tradiciones en la ciudad. “Durante los primeros tiempos de la República, la ciudad seguirá manteniendo la misma ordenación y la misma conformación de los tiempos de la Colonia. Su aspecto físico no va a variar fundamentalmente y, ni siquiera, van hacer su incursión los principios arquitectónicos que se planteaban en Europa” (Ulloa & Darquea, 1983).

A finales del siglo XIX, se promueven los primeros cambios transcendentales del diseño urbano en Quito. Un acontecimiento claro de reconocer fue la transformación con estilo francés de la principal plaza de la ciudad, la Plaza Grande, más conocida como de La Independencia. Otro hito destacado fue la construcción del Teatro Sucre en el año 1886, de estilo neoclásico, que constituye uno de los escenarios de ópera más antiguos de Sudamérica.

“La ciudad empieza a mostrar una forma longitudinal con una zonificación que le caracterizará en el futuro. El norte será destinado a un uso residencial de la clase pudiente como muestra la implantación del paseo de La Alameda y el sur quedará para las clases desposeídas, donde comenzará ya el asentamiento de una incipiente industria, bodegas y galpones, en el más completo desorden” (Achig, 1983).

El primer parque instaurado en la ciudad de Quito es el parque de La Alameda, que pasó por un proceso de cambios (Figura 2). Inició en el siglo XVIII, con la construcción de monumentos y caminos alrededor de las lagunas; luego, en la época republicana, se edificó el primer observatorio astronómico de Sudamérica. En este período, el parque también sirvió como zona de pastoreo. En 1877, se realizó una reestructuración integral del parque, que lo convirtió en un paseo para la sociedad de élite de Quito; además, se instauró el primer jardín botánico que luego sería la escuela de Bellas Artes, lamentablemente, a finales del siglo XIX, como consecuencia de un gran incendio el edificio sería demolido.



Figura 2. Parque La Alameda a comienzos del siglo XX. Fuente: Quito Nostálgico.

A inicios del siglo XX se identifica a Quito como una ciudad de crecimiento longitudinal, dejando a un lado al desarrollo central concéntrico, más aún con la llegada del ferrocarril en 1908, que facilitó el arribo del material pesado fundamental para las construcciones públicas. Las importaciones que realizaba el país en esa época ingresaban por el puerto de Guayaquil.

“Los hermanos César y Carlos Mantilla Jácome se propusieron desarrollar varios negocios en la pequeña, en aquel entonces, ciudad de Quito. Entre sus proyectos contaron: una agencia de carruajes, el primer hipódromo de la ciudad, la imprenta El Comercio (que más tarde se convertiría en el diario del mismo nombre) y la Empresa de Teatros y Hoteles de Quito. La Empresa de Teatros y Hoteles de Quito C.A. se fundó en 1945. Comprendió una cadena de varios teatros cinematográficos y hoteles. Los inmuebles dentro de la ciudad de Quito fueron: el Teatro México, Teatro Cumandá, Teatro Puerta del Sol, Teatro Bolívar (Figura 3), Teatro Variedades, Teatro Central, Teatro Alameda, Teatro Colón, Hotel Colonial, Hotel Crillón,

Hotel Royal y Hotel Columbus” (Fundación Teatro Bolívar, Historia, 2010).

El cine mudo también comenzó a ser presentado para el entretenimiento de los quiteños, el teatro Variedades fue el escenario elegido, fundado en el año 1914. Posteriormente, los hermanos Mantilla también crearon su empresa de cines destacándose los cines Popular y 24 de mayo; además, aparecerán nuevos promotores que comenzarán la apertura de locales dedicados a brindar diversión cinematográfica.

Es importante señalar que la ciudad de Quito se asienta en el cruce del río Machángara, cuyas aguas, a principios del siglo XX, eran limpias y concentraba a la población para la realización de diferentes actividades, en especial lavar la ropa y tomar baños en sus alrededores. Los quiteños preferían ir los fines de semana en su tiempo libre a los balnearios disponibles en esa época con finalidades de ocio. Los principales balnearios eran los Pogyos, los Milagros, el Sena, la piscina de Lourdes y los baños del Yavirac, actualmente desaparecidos.



Figura 3. Fachada del Teatro Bolívar. Fuente: Quito Nostálgico.

En esos tiempos, los quiteños se bañaban en el desaparecido balneario “Los Pogyos”, localizado en el lado noroccidental de la urbanización Tola Alta, al lado del que es ahora relleno del Machángara, prolongación de la plazoleta del Cúmandá. Los “Pogyos” eran balnearios tradicionales de las familias capitalinas, que afirmaban que sus aguas frías y cristalinas eran medicinales... al sitio concurrían, en especial los fines de semana, por descanso y recreación. ‘Los quiteños disfrutaron de numerosos sitios para bañarse. Antes de que llegara el agua potable a sus hogares. Así la piscina de Lourdes, que quedaba en el mesón de la Maldonado, entre las calles Borrero y Portilla; los balnearios de los Milagros, ubicados en la prolongación actual de la calle Sucre; los baños del

Yavirac, en la calle Ambato; El Sena al lado oriental del puente sobre el Machángara. En la calle Maldonado, etc. “La mayoría de estos baños han desaparecido...” (Carrión *et al.*, 1997).

Las fiestas taurinas perduraban en la memoria del pueblo. Se erigieron las dos principales arenas taurinas en la ciudad: la Plaza Belmonte y la Plaza de Toros de Quito (Figura 4). La primera, inaugurada en el barrio tradicional de La Tola en el centro de la urbe en el año 1920. El lugar, desde sus inicios, tuvo varios propósitos; el principal fue la fiesta brava, además de múltiples representaciones artísticas que hasta la fecha continúan realizándose bajo la dirección de la compañía Triana, concesionaria del predio.



Figura 3. Festival artístico en la Plaza de Toros de Quito. Fuente: Quito Nostálgico.

La Monumental Plaza de Toros Quito fue construida en el barrio de Ñaquito, en el norte de la ciudad, en el año 1960, con una capacidad aproximada de 15.000 personas. En ella se organizó una de las ferias taurinas más importantes de América llamada Feria de Quito “Jesús del Gran Poder” realizada ininterrumpidamente hasta el año 2011, cuando la consulta popular decidió la prohibición de matar animales en espectáculos públicos en la ciudad, lo que derivó en una pérdida de expectativa y la empresa encargada de la organización, finalmente, suspendió el evento. La plaza también albergó importantes conciertos musicales y encuentros boxísticos que acaparaban gran interés de los quiteños.

El deporte más popular del mundo, el fútbol, cobraba fuerza a nivel mundial con la realización de

la primera copa mundial celebrada en Uruguay en 1930; por lo cual Quito se hizo eco de ello y construyó el primer estadio frente al parque El Ejido, conocido como el Estadio del Arbolito, en donde se disputaron encuentros de fútbol profesional tanto a nivel provincial como nacional, el escenario se convirtió en el lugar favorito para los aficionados del deporte en la capital. El estadio El Arbolito fue perdiendo importancia luego de la inauguración del Estadio Olímpico Atahualpa en 1951, razón por lo cual fue demolido y se convertiría en el parque del Arbolito. El estadio Atahualpa sigue vigente hasta la actualidad y es el más reconocido del país debido a sus grandes gestas deportivas (Figura 5).



Figura 5. Estadio Olímpico Atahualpa. Fuente: Quito Nostálgico.

A partir de 1950, el deporte amateur empezó a tomar fuerza en los principales barrios de la ciudad dando énfasis a la disciplina del fútbol, pero recién se fortaleció institucionalmente en 1957, al fundarse la Federación de Ligas Deportivas Barriales y Parroquiales del Cantón Quito. Esta organización fue creciendo paulatinamente al ritmo de la ciudad. Las primeras ligas barriales en sumarse fueron las ligas La Tola, San Juan y Santa Prisca del centro; Central Obrera de Chimbacalle y La Magdalena en el sur; y, Chaupicruz en el norte. Actualmente son 100 ligas deportivas barriales en el cantón Quito. Cabe recalcar que hoy en día existen instituciones paralelas a la Federación de Ligas que concentran a otras ligas deportivas barriales tanto a nivel local como nacional.

3.4. Propuesta de clasificación de los espacios públicos de ocio

Paulatinamente, los espacios públicos de ocio se convirtieron en necesarios para el relax de los quiteños, y es así que todas las administraciones de turno facilitaron la creación y mejoramiento de las canchas, plazas y parques, entre otros equipamientos, en especial en los sectores norte y sur de la urbe, hacia donde se produce la expansión de la ciudad como producto del crecimiento poblacional,

que se nutre de las constantes migraciones ocurridas desde otras provincias del Ecuador y también del aumento significativo de residentes extranjeros, destacándose las poblaciones procedentes de Cuba, Colombia y Perú.

A la par de este crecimiento poblacional, los espacios públicos de ocio incrementan su importancia y se han ido configurando de acuerdo con la realidad de la ciudad. El estudio realizado, permite presentar, a continuación, una clasificación propia, elaborada por los autores sobre los espacios públicos de ocio para la ciudad de Quito producto de la identificación, organización y sistematización de información sobre los lugares como alternativas de ocio en la urbe.

La elaboración de las categorías y subcategorías están realizadas con base en los servicios que prestan estos espacios a la población; los conceptos que a continuación se emiten son una muestra de la realidad del área de estudio seleccionada.

Dentro de la categoría recreacional se identifican al bosque protector, Casa Somos (en un comienzo conocido como Centro de desarrollo comunitario), mirador, parque arqueológico, parque lineal, parque metropolitano, parque urbano y plaza.

Tabla 1. Clasificación de los espacios públicos de ocio en el área urbana de Quito

ESPACIOS PÚBLICOS DE OCIO EN LA CIUDAD DE QUITO	
Categorías	
Espacio Recreativo	Espacio Deportivo
Subcategoría	Subcategoría
Bosque Protector	Cancha
Casa Somos	Centro Deportivo
Mirador	Coliseo
Parque Arqueológico	Estadio
Parque Lineal	Liga Deportiva Barrial
Parque Metropolitano	
Parque Urbano	
Plaza	

A continuación se presentan las definiciones de los espacios públicos dedicados a la recreación en la metrópoli.

- Bosque Protector.-** La Ley Forestal (2004) vigente en el país, define en su artículo 6 al bosque y vegetación protectores como *“aquellas formaciones vegetales, naturales o cultivadas, que cumplan con uno o más de los siguientes requisitos: Tener como función principal la conservación de suelo y la vida silvestre; estar situados en áreas que permitan controlar fenómenos pluviales torrenciales o la preservación de cuencas hidrográficas, especialmente en las zonas de escasa precipitación pluvial; ocupar cejas de montaña o áreas contiguas a las fuentes, corrientes o depósitos de agua; constituir cortinas rompevientos o de protección del equilibrio del medio ambiente; hallarse en áreas de investigación hidrológico-forestal; estar localizados en zonas estratégicas para la defensa nacional; y constituir factor de defensa de los recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público”*.
- Casa Somos (Centro de Desarrollo Comunitario).-** Es un lugar de encuentro para desarrollar habilidades artísticas, recreacionales y de emprendimiento, integrando a la comunidad a escala barrial. Está regido bajo la dirección de las administraciones zonales de Quito. En un inicio nació bajo el nombre de centro de desarrollo comunitario, pero la administración de turno concibió el cambio de nombre a Casa Somos.
- Mirador.-** Es considerado como un sitio de observación del paisaje. Se encuentra ubicado en las partes altas con una amplia panorámica del entorno.
- Parque Arqueológico.-** Complejo ancestral abierto al público, se complementa con las facilidades de visita de un área verde.
- Parque Lineal.-** Es un espacio longitudinal equipado con instalaciones para la recreación. Fue creado para el mejoramiento del ornato de las ciudades y la recuperación de ecosistemas urbanos.
- Parque Metropolitano.-** Es un gran espacio verde considerado como el pulmón de la ciudad.

dad, dedicado a la conservación y a la recreación. Este parque se encuentra administrado por el Municipio.

- **Parque Urbano.-** Espacio verde abierto diseñado en la trama urbana que provee servicios recreativos y sirve como sitio de referencia para conocer una ciudad.
- **Plaza.-** Espacio público ubicado en las zonas principales de la ciudad con gran importancia histórica-cultural. La plaza es un sitio de encuentro social construido con elementos culturales llamativos en conjunción con la naturaleza.

La oferta más llamativa en esparcimiento y recreación en la actualidad son los grandes parques metropolitanos, que se caracterizan por sus amplias áreas verdes, los múltiples servicios que cuentan y la diversidad de actividades que se pueden realizar en sus inmediaciones. Estos parques se localizan en las zonas periféricas y son de fácil acceso para los residentes y visitantes. El parque metropolitano más importante ubicado al norte de la ciudad es el Guangüiltagua con 557 ha, un sitio ideal para conocer la flora y fauna endémica de Quito. El Bicentenario, con 127 ha fue diseñado en las inmediaciones del antiguo aeropuerto Mariscal Sucre y está ubicado dentro de la zona norte, es un lugar que comparte la recreación con la concentración de servicios públicos municipales. Al sur de la ciudad están los parques: Las Cuadras (24 ha), Chilibulo (320 ha) y Metropolitano del Sur (750 ha), que se han convertido en zonas emblemáticas para los usuarios, debido a su importancia natural y a la recuperación de quebradas y laderas.

En el caso de los parques urbanos, el más representativo es La Carolina, un espacio público ubicado en la zona comercial de Quito, que ha ido evolucionando acorde al desarrollo de la urbe. Tiene una gran oferta recreacional, además de contar con servicios culturales, entre los que se destacan una feria de exposiciones, el Vivarium y el Museo de Ciencias Naturales.

Los parques como El Ejido y La Alameda, situados en el centro de la ciudad, son lo más tradicionales, y poseen un gran componente histórico, testigos de la rápida evolución de Quito.

Las plazas con gran valor histórico-cultural, se concentran en el centro antiguo de la urbe. Se destacan la Plaza Grande y la plaza de San Francisco. La primera, es un punto obligado de visita a la ciudad, un icono independentista con mucho valor para los ecuatorianos. Alrededor de la plaza se distribuyen los poderes ejecutivo, municipal y religioso de la localidad. Por su parte, la plaza de San Francisco, es una construcción colonial que cuenta con un hermoso paisaje urbano a los pies de la iglesia y con un convento de la orden religiosa franciscana.

El relieve irregular de Quito produjo que otros sitios de recreación sean los miradores, sitios altos que ofrecen panorámicas de diferentes partes del territorio, entre los cuales se destacan el Panecillo y el Itchimbía. El Panecillo es el más significativo, es una loma que cuenta en su parte superior con el monumento a la Virgen de Legarda o la Virgen de Quito. Al lugar concurren muchos turistas y residentes que obtienen una panorámica del centro y sur de la metrópoli, y cuenta con locales de venta de artesanías y restaurantes para disfrutar de la gastronomía nacional e internacional. El Itchimbía también es un parque urbano, y es posible observar una vista privilegiada de 360°. En sus inmediaciones cuenta con un centro cultural conocido como el palacio de cristal, y con frecuencia se realizan exposiciones, eventos culturales y conciertos.

En las laderas de las áreas occidental y oriental se han instaurado bosques protectores cuya finalidad es la conservación, y los residentes aprovechan la naturaleza para la práctica de actividades recreacionales, siendo las más habituales el atletismo y las caminatas por los senderos.

Los parques lineales han ayudado a recuperar las zonas aledañas a los ríos de la capital afectados por la contaminación. Actualmente, las zonas circundantes a los ríos son el escenario ideal para la práctica de actividades recreacionales, se destaca aquí el Parque Lineal Machángara con 21 km de extensión, que cuenta con iluminación y ayuda a luchar contra la inseguridad que afloraba permanentemente en estos sectores.

Existe un solo parque arqueológico conocido como Rumipamba. Se trata de una oferta turística y edu-

cativa. El parque se caracteriza por ser un complejo arqueológico con vestigios precolombinos de la cultura de los yumbos, lo que le otorga un valor patrimonial alto, y cuenta, asimismo, con senderos ecológicos que facilitan las visitas.

La categoría espacio deportivo está integrada por: cancha, centro deportivo, coliseo, estadio y liga deportiva barrial a continuación sus definiciones.

- **Cancha.-** Área para la realización de uno o varios deportes. Puede estar al aire libre o en espacios cerrados.
- **Centro Deportivo.-** Es una construcción diseñada con todas facilidades para la práctica y la competición de varias disciplinas deportivas.
- **Coliseo.-** Edificación cerrada con graderíos, está concebida para la práctica y competición deportiva; además en ocasiones es un sitio dedicado a la presentación de eventos artísticos.
- **Estadio.-** Instalación deportiva de gran magnitud diseñada para la realización de importantes competencias a nivel local, nacional e internacional.
- **Liga Deportiva Barrial.-** Es una organización que fomenta la recreación y la práctica del deporte amateur en las instalaciones de sus entes afiliados. Cada liga barrial tiene su predio producto de donación o comodato municipal. En el caso del comodato es ejecutado máximo a 20 años renovables previo informe técnico emitido por la dirección de deportes de la respectiva administración zonal del municipio de Quito.

Si bien los espacios de recreación cuentan con sitios para la práctica deportiva, los espacios deportivos están configurados para la práctica competitiva, tanto a nivel profesional como amateur.

Los escenarios deportivos de gran magnitud en la ciudad son los estadios de fútbol, entre los cuales se destacan los estadios: Olímpico Atahualpa, Rodrigo Paz Delgado y Gonzalo Pozo Ripalda, que concentran importantes torneos a nivel nacional e internacional por su capacidad y oferta deportiva. Por otro lado, Quito cuenta con los coliseos Julio César

Hidalgo, Rumiñahui y Quitus, que acaparan la atención por la realización de varios eventos deportivos, entre los que llaman la atención el básquet, el ecua-vóley, el boxeo, entre otros.

La Concentración Deportiva de Pichincha y el Ministerio del Deporte cuentan con equipamiento e instalaciones que permiten la preparación de deportistas para diferentes torneos provinciales, nacionales e internacionales en varias disciplinas: gimnasios, centros de natación, pistas de atletismo, velódromos y polideportivos. El uso no se restringe a la alta competición, sino que es posible utilizarlo en horarios ampliados para la población local.

A lo largo de la ciudad se encuentran múltiples canchas, en especial de deportes como el fútbol, indor fútbol, básquet y ecua-vóley. De manera más organizada se encuentran las ligas deportivas barriales, que se caracterizan por aglutinar a los deportistas amateur en sus complejos. Las ligas barriales han ocupado históricamente espacios públicos que han sido cedidos en donación o comodato municipal, realizando gestión sobre sus intermediaciones y siendo atrayentes para el deporte a escala barrial. Una organización precursora es la Federación de Ligas Barriales y Deportivas del Cantón Quito que organiza anualmente múltiples eventos deportivos que integran un alto número de barrios y fomentan actividades atléticas entre niños, jóvenes, adultos y la tercera edad.

La Tabla 2 revela la gran cantidad de espacios de recreación disponibles en la ciudad. En su gran mayoría se encuentran en la categoría de parques urbanos, totalizando 143, además de nueve zonas recreacionales en los siete bosques protectores, 14 centros de desarrollo comunitario, 13 miradores, 22 plazas, tres parques lineales, cinco parques metropolitanos y un espacio con una denominación especial de parque arqueológico. En total suman 210 espacios dedicados a la recreación.

La importancia deportiva a escala barrial es de relevancia en la urbe, la Tabla 3 ayuda a visualizar los lugares donde se practica el deporte de forma cotidiana, en su gran mayoría se encuentran los 105 espacios de las ligas deportivas barriales, en menor proporción, pero a la vez vital para esta categoría, están las 20 canchas, 10 centros deportivos, 3 coliseos y 4 estadios.

Tabla 2. Los principales espacios recreativos de la ciudad de Quito con su clasificación en la categoría “espacio recreativo”.

N°	Nombre	N°	Nombre
Subcategoría: Bosque Protector		Subcategoría: Parque Urbano	
1	Bosque Protegido El Bosque	103	Parque Jipijapa
2	Bosque Protegido Iñaquito Alto	104	Louvre Park
3	Bosque Protegido San Juan	105	Parque Pedro Jorge Vera
4	Bosque Protegido Cochapamba Alta	106	Parque República Dominicana
5	Bosque Protegido La Florida	107	Redondel de la Floresta
6	Bosque Protegido San Carlos	108	Parque Pío XII
7	Bosque Protegido Puengasí Zona 1	109	Parque Italia
8	Bosque Protegido de Puengasí Zona 2	110	Parque de Santa Clara de San Millán
9	Bosque Protegido de Puengasí Zona 3	111	Parque de la UTE
Subcategoría: Casa Somos		112	Parques de los Manzanos
10	Casa Somos La Tola	113	Parque el Jardín de las Damas
11	Casa Somos Toctiuco	114	Parque Nueva Aurora
12	Casa Somos Guamaní	115	Parque Solidaridad
13	Casa Somos San Marcos	116	Parque Bretaña
14	Casa Somos San Diego	117	Parque Sixto María Durán
15	Casa Somos Atahualpa	118	Parque de la Concepción

16	Casa Somos Chilibulo	119	Parque Diego de Tapia
17	Casa Somos La Ferroviaria	120	Parque Einstein
18	Casa Somos La Roldós	121	Parque La Luz
19	Casa Somos Monjas	122	Parque Sebastián de Benalcázar
20	Casa Somos Chillogallo	123	Parque El Sena
21	Casa Somos Cotocollao	124	Parque del Museo Interactivo de Ciencias
22	Casa Somos Carcelén Bajo	125	Parque Fulton
23	Casa Somos La Tola 2	126	Parque Conchas Azules
Subcategoría: Mirador		127	Parque Spencer
24	Mirador del Panecillo	128	Parque Cacique Pintag
25	Mirador Cima de La Libertad	129	Parque El Pintado
26	Mirador del Pichincha	130	Parque Ponceano
27	Mirador de Cruz Loma	131	Parque Entrada Carapungo
28	Miravalle	132	Parque Primavera
29	Mirador de Puengasí	133	Parque Pinar Alto
30	Mirador Yaku-Museo del Agua	134	Parque Equinoccial
31	Mirador de Toctiuco	135	Parque del Conjunto El Jardín
32	Mirador del Itchimbia	136	Parque de San Pedro Claver 1
33	Mirador del Parque Metropolitano Guanguiltagua	137	Parque San Pedro Claver 2
34	Mirador de Guápulo	138	Parque San Pedro Claver

35	Mirador de San Juan	139	Parque y canchas La Tola Alta
36	Mirador de los Pobres	140	Parque de La Tola
Subcategoría: Parque Arqueológico		141	Parque España
37	Parque Arqueológico y Ecológico Rumi-pamba	142	Parque Unión Nacional
Subcategoría: Parque Lineal		143	Parque Circasiana
38	Parque Lineal Machángara	144	Parque Quebrada Ortega
39	Parque Lineal Río Grande	145	Parque de Chilibulo
40	Parque Lineal Cardenal de la Torre	146	Parque El Calzado
Subcategoría: Parque Metropolitano		147	Parque 17 de Julio/La Ferroviaria
41	Parque Metropolitano Guangüiltagua	148	Parque El Pobre Diablo
42	Parque Metropolitano del Sur	149	Parque del Gallo
43	Parque Metropolitano de La Armenia	150	Parque Ciudadela El Comercio
44	Parque Metropolitano Cuscungo	151	Parque La Alameda
45	Parque Metropolitano Chilibulo Huayrapungo	152	Parque Los Laureles
Subcategoría: Parque Urbano		153	Parque Infantil
46	Parque El Ejido	154	Parque Mariana de Jesús
47	Parque La Moya	155	Parque José María Escrivá de Balaguer
48	Parque La Carolina	156	Parque Mayor Galo Molina
49	Parque del Itchimbia	157	Parque Pisulí
50	Parque Inglés	158	Parque de Carcelén Bajo

51	Parque Andalucía	159	Parque Pampite
52	Parque Plaza América	160	Parque California Bonanza
53	Parque La Isla	161	Parque Cofavi
54	Parque La Libertad	162	Parque de la Canela
55	Parque Santa Ana 1	163	Parque Ex Combatientes del 41
56	Parque La Recoleta	164	Parque Cooperativa 14 de Enero
57	Parque Ecológico Santa Ana	165	Parque Amigo
58	Parque Ciudadela Santiago	166	Parque Eduardo Borja Pérez
59	Parque Ecológico Chilibulo	167	Parque Germán Ávila Saá
60	Fundeporte	168	Parque de la E
61	Parque de La Mujer y El Niño	169	Parque El Carmen
62	Parque del Arbolito	170	Parque Teniente Hugo Ortiz-Diego Mejía y Juan de Alcántara
63	Parque Julio Matovelle	171	Parque Caupicho
64	Parque Julio Andrade Marín	172	Parque San José de Guamaní
65	Parque Gabriela Mistral	173	Parque San Martín de Porres
66	Parque la Vicentina (El Relleno)	174	Parque La Bota
67	Parque La Tolita	175	Parque Nuestra Señora de El Cisne
68	Parque García Moreno	176	Parque Rumihurco
69	Parque Las Cuadras	177	Parque San José de Jarrín
70	Parque Campo Matovelle	178	Parque Thomas

71	Parque Bicentenario	179	Parque Las Casas
72	Parque Ecológico Puertas del Sol	180	Parque de Las Casas
73	Parque Matovelle	181	Parque Pambachupa
74	Parque Lomas de Monteserrín	182	Parque de La Altamira
75	Parque Escalina	183	Parque Granda Centeno
76	Parque Primicias	184	Parque El Bosque
77	Parque Ecológico Solanda	185	Parque España
78	Parque Ciudadela El Comercio	186	Parque Tiwinza
79	Parque Japón	Subcategoría: Plaza	
80	Parque Suecia	187	Plaza de la Independencia
81	Parque Azkúnaga	188	Parque de los Enamorados
82	Parque Heraldo	189	Plaza Quitumbe
83	Parque Deportivo	190	Plaza República de Chile
84	Parque República de Nicaragua	191	Parque La Magdalena
85	Parque de La Mujer y Niño del Sur	192	Plaza de la República
86	Parque Palmar	193	Plaza Argentina
87	Parque Chino	194	Parque Central de Chillogallo
88	Parque Pío Valdivieso	195	Parque Central de Perruno
89	Parque de la Kennedy	196	Plaza de Santo Domingo

90	Parque Pío Jaramillo Alvarado	197	Plaza del Teatro
91	Parque California	198	Plaza Simón Bolívar
92	Parque Tufiño	199	Plaza Nicaragua
93	Parque Venecia	200	Plaza República de Perú
94	Parque Guayaquil	201	Plaza Costa Rica
95	Parque Sodiro	202	Plaza Cívica Eloy Alfaro
96	Parque Cumandá	203	Parque del Agua
97	Parque Hugo Borja	204	Plaza Victoria
98	Parque Luciano Andrade Marín	205	Plaza El Consuelo
99	Parque Central de Carcelén	206	Monolito y pileta del antiguo Hospital Militar
100	Parque Concha Acústica	207	Plazoleta de San Diego
101	Parque Amazonas	208	Plaza Deportiva Santa Martha
102	Parque Cumandá	209	Plaza Central de Cotocollao
		210	Plaza San Francisco

Tabla 3. Los principales espacios deportivos de la ciudad de Quito con su clasificación en la categoría “espacio deportivo”

N°	Nombre	N°	Nombre
Subcategoría: Canchas		Subcategoría: Liga Deportiva Barrial	
1	Canchas Deportivo Quito	70	Liga Media Luna
2	Cancha y Tribuna del Sur	71	Liga Cotocollao
3	Cancha Concha Acústica	72	Federación de Ligas Barriales del Cantón Quito

4	Cancha de indor 6 de Agosto	73	Liga El Condado
5	Canchas Las Cuadras	74	Liga Guápulo
6	Pista Atlética Los Chasquis	75	Liga Bolivariana
7	Velóromo José Luis Recalde	76	Liga El Inca
8	Patinódromo Pichincha	77	Liga Itchimbía
9	Club de golf de la FAE	78	Liga John F. Kennedy
10	Cancha Altos de La Ferroviaria	79	Liga La Comuna
11	Cancha de básquet San José de Monjas	80	Liga La Floresta
12	Cancha Barrio Santa Ana Alta	81	Liga La Concordia
13	Canchas de ecuavóley y fútbol Chimbacalle	82	Liga Ciudadela Ibarra
14	Canchas de Pelota Nacional La Mena 2	83	Liga La Libertad de Chillogallo
15	Canchas Deportivas Primera Etapa Carapungo	84	Liga Las Casas
16	Canchas de la Clemente Ballén	85	Liga Los Libertadores
17	Canchas Múltiples de la Zona 8	86	Liga Municipal
18	Canchas de uso Múltiple vía a La Bota	87	Liga Oriental
19	Cancha de uso múltiple Puruhanta	88	Liga San Isidro del Inca
20	Canchas de Santa Clara de Millán	89	Liga San Juan
21	Complejo Deportivo Señor de los Milagros	90	Liga Toctiuco
Subcategoría: Centro Deportivo		91	Liga Simón Bolívar
22	Centro Deportivo Norte Concentración Deportiva de Pichincha	92	Liga Solanda

23	Centro Deportivo Metropolitano	93	Liga San Sebastián
24	Centro Deportivo Ministerio del Deporte	94	Liga Unión de Ciudadelas
25	Gimnasio de Boxeo La Tola	95	Liga Unión Deportiva Eloy Alfaro
26	Gimnasio de Boxeo Chimbacalle	96	Liga Andalucía
27	Centro Deportivo principal de la Concentración Deportiva de Pichincha	97	Liga Chimborazo
28	Centro Deportivo de Natación Concentración Deportiva de Pichincha	98	Liga Santa Clara de San Millán
29	Centro Deportivo César Alfonso Poli CDP	99	Liga Atacama
30	Centro Deportivo Ministerio de Deportes	100	Liga Germán Ávila Saá
31	Centro Deportivo CDP Cochapata	101	Liga El Rosal
Subcategoría: Coliseo		102	Liga Cochapamba Sur
32	Coliseo Julio César Hidalgo	103	Liga Cochapamba Norte
33	Coliseo General Rumiñahui	104	Liga Bellavista
34	Coliseo Los Quitus	105	Liga Carapungo
Subcategoría: Estadio		106	Liga Carapungo Cancha 3
35	Estadio Rodrigo Paz Delgado	107	Liga Carcelén
36	Estadio Universidad Central	108	Liga La Breaña
37	Estadio Olímpico Atahualpa	109	Liga General Miller
38	Estadio Gonzalo Pozo Ripalda	110	Liga Manuela Sáenz
Subcategoría: Liga Deportiva Barrial		111	Liga Salvador Celi

39	Liga Ñaquito	112	Liga Santa Rosa de La Argelia
40	Liga Monteserrín	113	Liga Área Ecológica
41	Liga Santa Ana de Chillogallo	114	Liga Súper Manzana H
42	Liga El Salvador	115	Liga Andrés Kim
43	Liga El Tránsito	116	Liga El Carmen
44	Liga IESS-FUT	117	Liga Clemente Ballén
45	Liga Chimbacalle	118	Liga de Turubamba de Monja
46	Liga Félix Barreiro	119	Liga El Rocío
47	Liga Chillogallo	120	Liga La Esperanza
48	Liga Mariscal de Ayacucho	121	Liga Héroes de Paquisha
49	Liga Quito Sur	122	Liga Martha Bucaram
50	Liga Barrionuevo	123	Liga La Independencia
51	Liga El Calzado	124	Liga 4 de Agosto
52	Liga Santa Rita	125	Liga Primicias de Quito
53	Liga Quiteño Libre	126	Liga Matilde Álvarez
54	Liga Oriental (La Batea)	127	Liga San José de Guamaní
55	Liga Chaupicruz	128	Liga Valle del Sur
56	Liga La Vicentina	129	Liga Pueblo Unido
57	Liga González Suárez	130	Liga San Luis
58	Liga Santa Anita II	131	Liga Girón

59	Liga La Magdalena	132	Liga Santa Rosa
60	Liga La Libertad	133	Liga Jipijapa
61	Liga San Bartolo	134	Liga Wilson Monge
62	Liga Las Arcadias	135	Liga Luchador Eloy Alfaro
63	Liga San Roque	136	Liga Comité del Pueblo
64	Liga San José de Monjas	137	Liga La Florida
65	Liga Pisulí	138	Liga Caminos a la Libertad
66	Liga La Tola	139	Liga San José de Cangahua
67	Liga Biloxi	140	Liga Consejo Provincial
68	Liga Combatientes del 41	141	Liga San Rafael de Cotocollao

4. Conclusiones

Los actuales espacios públicos de ocio son el reflejo de las inversiones de los gobiernos seccionales que intentan responder a las exigencias y al empoderamiento por parte de la sociedad civil. Como resultado, se observa que se ha logrado consolidar una significativa oferta de diversos lugares vinculada a las actividades recreativas, en especial las deportivas. En este marco, la clasificación propuesta responde a la construcción histórica de estos espacios. Las categorías y subcategorías establecidas se corresponden con la actual oferta que privilegia las actividades recreativas con especial énfasis en la competencia deportiva.

La distribución de los espacios públicos con finalidad de ocio en Quito es desigual, debido a la topografía irregular de la ciudad y a la necesidad de conservación del patrimonio cultural del centro histórico (Anexos 1-5). La convivencia con el desarrollo de nuevas edificaciones resulta una preocupación constante de los administradores por las dificultades de accesibilidad a estos espacios.

La investigación propuesta resulta un primer paso en la comprensión de una temática actual que entrelaza la disponibilidad de tiempo libre y su relación con la producción de espacios con finalidad de ocio.

Referencias

Achig, L. (1983). *El proceso urbano de Quito: ensayo de interpretación*. Quito, Ecuador: CAE / Centro de Inv. Ciudad.

Carrión, A., Goetschel, A., y Sánchez, N. (1997). *Breve historia de los servicios en la ciudad de Quito*. Quito, Ecuador: Ciudad.

Dumazedier, J., Kaes, R., Mageyt, M. *et al.* (1971). *Ocio y sociedad de las clases*. Barcelona, España: Fontanella .

Fleury, A, (2007). *Les espaces publics dans les politiques métropolitaines. Réflexions au croisement de trois expériences. De Paris aux quartiers centraux de Berlin et Istanbul*, (Thèse de doctorat en géographie), Université Panthéon – Sorbonne – Paris I, Paris, Francia..

Ley Forestal y de Conservación. (2004). *Áreas naturales y vida silvestre*. Quito, Ecuador: Corporación de Estudios y Publicaciones, primera edición.

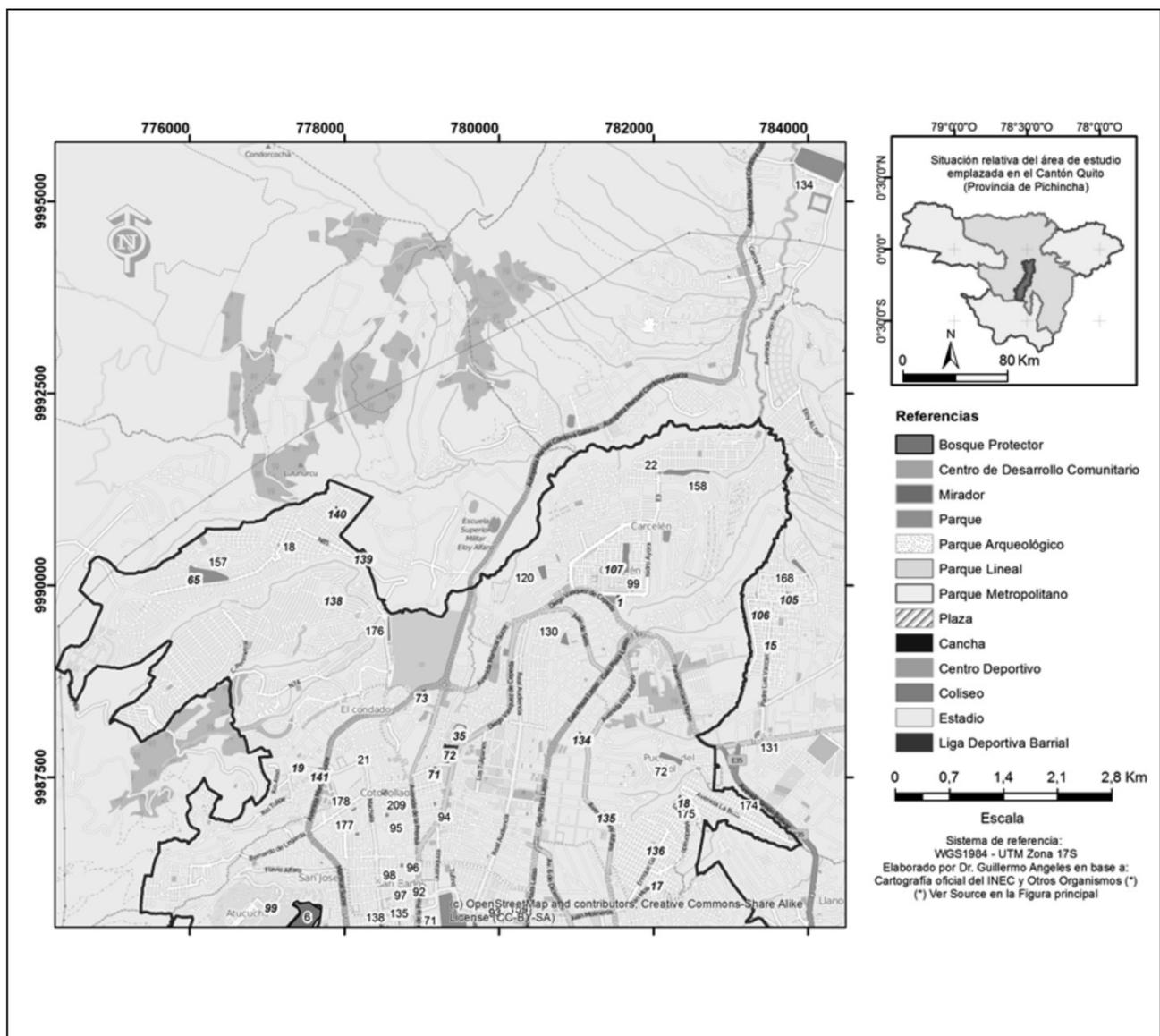
Narváez, N. (24 de agosto de 1982). El balneario de “Los Pogyos” un recuerdo de los quiteños. *Diario El Comercio*

Ortiz, A. (18 de mayo 2014). Los especiales. *Diario El Comercio*. Recuperado <http://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/ideas/18-mayo-2014/adalberto-ortiz-literatura>

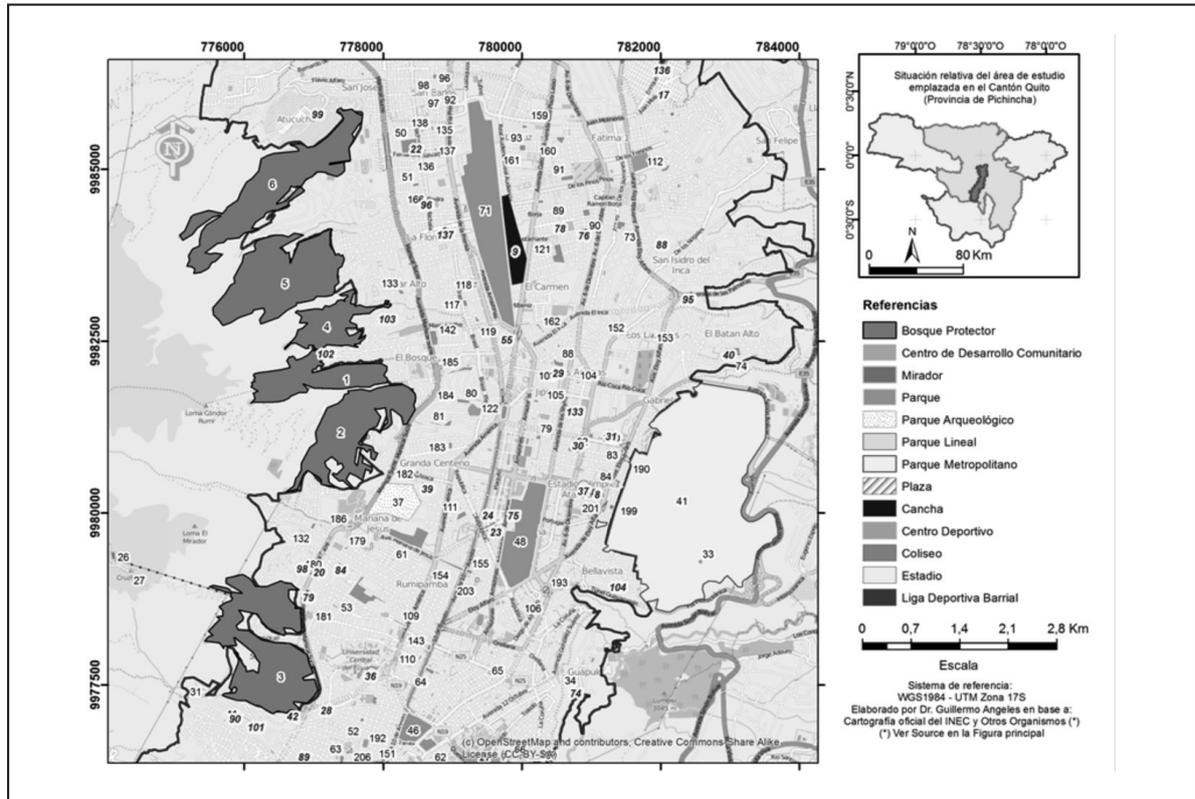
Ulloa, S., & Darquea, G. (1983). *Estudio del desarrollo histórico de Quito*. Quito, Ecuador: CAE / Centro de Inv. Ciudad.

Varela, S. (1999). Espacio privado, espacio público: dialécticas urbanas y construcción de significados. *Tres al Cuarto*, 6, 22-24.

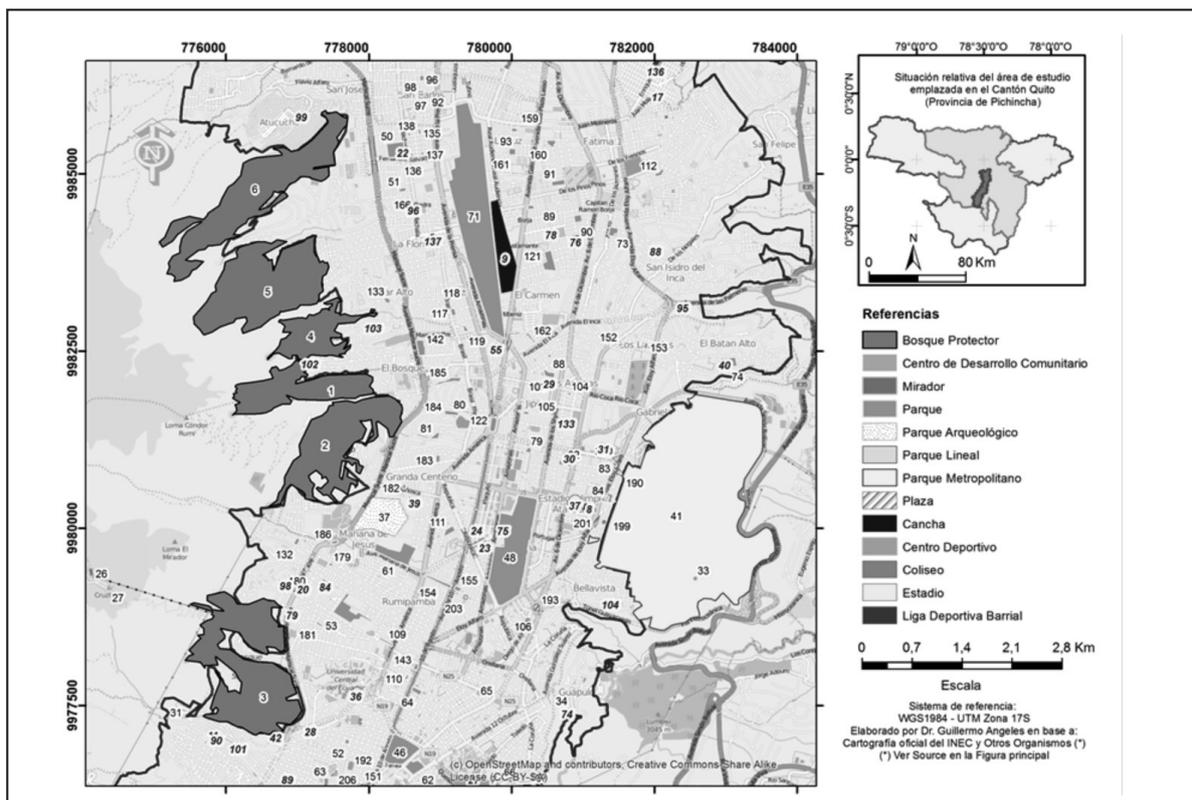
Anexo 1. Localización de los espacios públicos de ocio de Quito en el sector denominado Norte



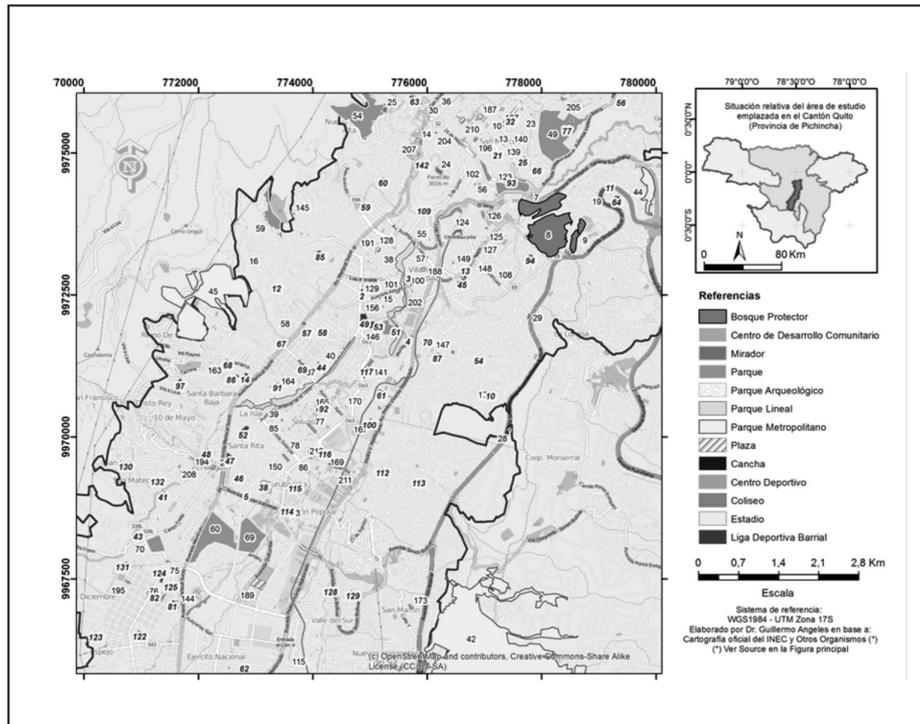
Anexo 2. Localización de los espacios públicos de ocio de Quito en el sector denominado Centro Norte.



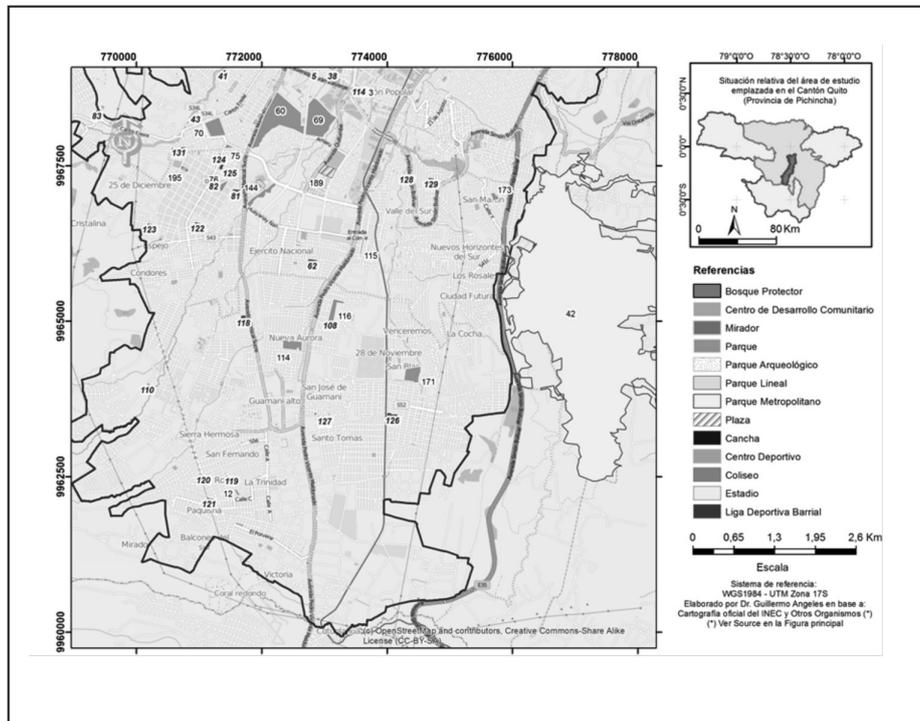
Anexo 3. Localización de los espacios públicos de ocio de Quito en el sector denominado Centro.



Anexo 4. Localización de los espacios públicos de ocio de Quito en el sector denominado Centro-Sur.



Anexo 5. Localización de los espacios públicos de ocio de Quito en el sector denominado Sur.



Diseño del proyecto ecoturístico Shalcani y valoración de impactos ambientales durante la fase constructiva, Misahuallí, Napo

Ecotourism project design and assessment of environmental impacts in the construction phase, Misahualli, Napo

Aída Arteaga Mena¹, Estefanía Segarra¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

El proyecto ecoturístico Shalcani está ubicado en la parroquia Misahuallí, provincia de Napo. Se condujo un amplio estudio con el propósito de examinar los potenciales efectos ambientales durante la fase constructiva del proyecto y explorar la eventual acogida turística. El presente artículo reporta solamente los potenciales impactos ambientales de la construcción del proyecto. La investigación contempla cuatro objetivos específicos: (i) diseñar el proyecto eco-turístico; (ii) realizar el diagnóstico *ex ante*; (iii) identificar y valorar los impactos ambientales; y (iv) elaborar medidas de manejo ambiental. El diagnóstico ambiental *ex ante* posibilitó la identificación de potenciales impactos ambientales utilizando técnicas de observación, entrevistas y una amplia investigación documental. La valoración de los impactos ambientales obtenidos en el estudio se distribuyeron en una matriz de doble entrada que toma en cuenta las causas (acciones impactantes) y los efectos (componentes abiótico, biótico y socioeconómico-cultural) bajo los criterios de magnitud e importancia. Se determinó que las acciones impactantes de mayor relevancia corresponden a la tala de bosque, desbroce de la cobertura vegetal, construcción de senderos y transporte de materiales de construcción. Los receptores ambientales mayormente afectados corresponden al paisaje, suelo, fauna, flora y aire. Se destaca el receptor ambiental socioeconómico-cultural como beneficiario del proyecto. La valoración de impactos cuantifica 48 impactos negativos, de los cuales, 20 son de intensidad media y de magnitud baja, 20 impactos de intensidad permanente de baja magnitud y 8 impactos de afectación mínima y 10 impactos positivos de trascendencia y magnitud media, puntual y local. Sobre la base de los hallazgos de la valoración se sugieren las medidas de manejo ambiental que se focalizan prioritariamente en el área de mitigación de impactos.

Palabras clave: línea base, medioambiente, matrices, área, medidas ambientales.

Abstract

The Shalcani ecotourism project is located in the Misahualli parish, Napo province. An ample study was conducted to examine the potential environmental effects during the construction phase and to explore the possible tourist reception. This article reports only the environmental effects of the construction phase of the project. The research includes four specific objectives: (i) to design the eco - tourism project; (ii) to make the diagnosis "*ex ante*"; (iii) to identify and assess the environmental impacts; and (iv) to develop environmental management strategies. The "*ex ante*" environmental assessment enabled the identification of potential environmental impacts using observation techniques, interviews and extensive documentary research. The assessments of environmental impacts were introduced in in a double entry matrix which takes in account the causes (impact actions) and its effects (abiotic, biotic and socioeconomic - cultural components) under the criteria of magnitude and significance. The most relevant impact actions were forest logging, vegetation cover clearing, trail construction and transportation of building materials. The environmental receptors most affected were landscape, soil, fauna, flora and air. The socioeconomic-cultural environmental receptor was found beneficiary of the project. Impact assessment quantified 48 negative impacts, 20

of them were of medium intensity and low magnitude, 20 of permanent intensity and low magnitude, 8 of minimal affectation, and 10 positive local impacts of medium magnitude and significance. Based on the assessment findings, environmental management measures were suggested focused primarily on the area of impact mitigation.

Keywords: baseline, environment, matrix, area, environmental measures.

1. Introducción

En las últimas décadas, resulta inquietante la acelerada intervención del ser humano en el entorno sin observar básicos principios de conservación, situación que ha promovido el deterioro e incluso la degradación de importantes ecosistemas marinos y terrestres. La Amazonia ecuatoriana ha sido escenario de múltiples intervenciones de gran envergadura como la explotación petrolera, la explotación minera a gran escala y la deforestación al servicio del mercado maderero (Izko, 2012), pero también existen múltiples injerencias locales, dentro de las cuales destaca la conversión del uso de la tierra hacia actividades agrícola-ganaderas, como ejemplo de un manejo poco amigable del ambiente (Vera & Riera, 2001).

De otra parte, el Ecuador se ubica en el sexto lugar a nivel mundial en megadiversidad (Mittermeier *et al.*, 1997), lo que posibilita explorar un amplio nicho para el bio-conocimiento, entendido como aquel que procede de los saberes ancestrales, así como también aquel que se deriva de la investigación científica, conocimientos que sentarán las bases para el aprovechamiento racional de los recursos, apuntalando de manera efectiva el desarrollo sostenible (Villavicencio, 2011).

En este contexto, este trabajo de investigación tiene como objetivo examinar los potenciales efectos ambientales durante la fase constructiva el proyecto ecoturístico en la parroquia Misahuallí, provincia amazónica de Napo y explorar el potencial de acogida turística, en especial del turismo científico. El presente artículo hará especial referencia al tema ambiental. La investigación contempla los siguientes objetivos específicos: (i) diseñar el proyecto ecoturístico; (ii) realizar el diagnóstico *ex ante* del área de influencia directa del proyecto; (iii) identificar y valorar los impactos ambientales; (iv) sugerir medidas de manejo ambiental.

2. Aspectos metodológicos

El proyecto se emplaza en el sector Shalcana Puni-Venecia, en la parroquia Puerto Misahuallí, provincia de Napo. El sitio está ubicado 27 km de la ciudad del Tena, en las coordenadas 1° 05' 82" S y 77° 41' 15" W, a una altitud de 450 msnm. La infraestructura a implementarse abarca una superficie de alrededor de 10.000 m² e incluye cabañas con diseño arquitectónico vernáculo para reflejar las características intrínsecas del entorno y de la cultura del lugar.

El clima del área del proyecto es cálido húmedo tropical, con una precipitación media anual de 2.300 mm, temperatura promedio mensual de 23,9 °C y 2,1 m/seg de promedio mensual de velocidad del viento a las 13h00 (INAMHI, 2014). El sitio está localizado en un valle fluvial con aluviones y pendientes naturales suaves a planas que no sobrepasan los 15° de inclinación, el suelo es ácido (pH 4,5), arcilloso, poco profundo, de drenaje moderado, pobres condiciones químicas y baja fertilidad natural, según información del Plan para el Buen Vivir y Ordenamiento territorial de la parroquia Misahuallí 2011-2020 (Gobierno Parroquial de Misahuallí, 2011).

Por otro lado, el proyecto se ubica dentro del sistema hídrico del río Shalcani que ofrece buena calidad de agua para las especies vegetales y animales del sector. El río se encuentra en el límite norte del proyecto y durante su recorrido se une al río Puní, afluente del río Arajuno.

Desde el punto de vista de análisis ambiental, la planificación de un proyecto de esta naturaleza debe examinar las fases de construcción, operación y mantenimiento, así como la fase de abandono. La presente investigación reporta únicamente la fase de construcción.

La identificación de los potenciales impactos ambientales se realiza sobre la base de la información sistematizada recolectada durante el diagnósti-

co ambiental ex ante, para lo cual fue necesario utilizar técnicas de investigación universalmente aceptadas como la observación, la entrevista y una amplia investigación documental.

Considerando el grado de interrelación de las acciones a conducirse para obtener las distintas variables socio-ambientales se determinó el área de influencia directa que define el marco de referencia geográfico en el cual se efectúa el análisis y la valoración ambiental, es decir, el territorio donde potencialmente se manifiestan los impactos ambientales abióticos, bióticos y socioeconómico-culturales, bajo dos criterios: (i) extensión del proyecto; y (ii) totalidad de los componentes ambientales afectados por las acciones impactantes.

De igual manera, se delimitó el área geográfica de influencia indirecta bajo los siguientes criterios: (i) articulación vial directa; (ii) relaciones o flujos directos entre centros poblados y actividades económicas y productivas; y (iii) oferta de mano de obra para abarcar una superficie representativa de 800 m a la redonda respecto al área de influencia directa del proyecto.

La valoración de impactos se condujo siguiendo la metodología propuesta por Leopold – Páez (Peláez, 2002) utilizando la matriz causa–efecto, bajo los siguientes criterios: (i) magnitud del impacto que califica la intensidad de afectación y el grado

de alteración en una escala de 1-10; y, (ii) importancia del impacto definido como la trascendencia, el peso relativo del impacto en relación a su entorno según características de reversibilidad, recuperabilidad, duración, aparición temporal, localización y complejidad del impacto, en una escala de 1-10, atribuyéndose a este criterio la característica de impacto adverso o beneficioso (signo positivo o negativo) para contabilizarse finalmente las interrelaciones positivas y negativas totales del proyecto.

3. Resultados y discusión

El escenario donde se implanta el proyecto presenta áreas sin cobertura vegetal primaria, zonas de vegetación secundaria (bosque secundario) y zonas de bosque primario (bosque pluvial). Las áreas deforestadas se destinan a actividades ganaderas, con la implantación de pastizales, y actividades agrícolas con la producción de cultivos como cacao, café, plátano, yuca, maíz duro, naranjilla, entre otros, destinados al autoconsumo y a la venta de excedentes en los mercados locales, en particular del Tena. La descripción de la cobertura vegetal se logró mediante observación *in situ*, no obstante, es importante indicar que existe una buena correlación con la información reportada por la Secretaría Nacional de Planificación para las unidades ambientales de la zona de Planificación 2 de la parroquia Puerto Misahuallí (Tabla 1).

Tabla 1. Valoración de las unidades ambientales de la parroquia Puerto Misahuallí (Gobierno Parroquial de Misahuallí, 2011).

Nº	Valoración de las unidades ambientales	Dimensiones de valor				
		Ecológico	Paisajístico	Científico cultural	Funcional	Productivo
Unidades Ambientales	Zonas sin cobertura vegetal	1	2	2	2	3
	Zonas agropecuarias	3	2	2	2	5
	Zonas de vegetación secundaria	4	4	4	4	3
	Zonas de bosque húmedo intervenido	3	2	2	2	2
	Zonas de bosque primario	5	5	5	5	5
	Asentamientos humanos	1	2	2	2	3
	Cuerpos de agua	5	5	5	5	5

La información de la Tabla 1 demuestra que las zonas de bosque primario y cuerpos de agua tienen el valor máximo ambiental (5) y, en consecuencia, son áreas de alta biodiversidad aptas para la implementación de políticas de conservación. Estas son áreas protegidas que corresponden al 35 % del territorio de la parroquia, es decir, 17 983 has de un total de 51.380 has.

La flora del área de influencia del proyecto se caracteriza por presentar abundante vegetación natural con un sinnúmero de géneros y especies propias del bosque húmedo tropical. La dinámica de colonización y adjudicación de tierras en la Amazonia ha promovido la intervención antrópica y la explotación de espe-

cies maderables finas como Cedro (*Cedrela odorata* - Meliaceae), Caoba o Ahuano (*Swietenia macrophylla* - Meliaceae) y Canelo amarillo (*Ocotea javitensis* - Lauraceae), extraídas para la comercialización ilegal y la construcción de viviendas, al punto que la caoba, por ejemplo, casi ha desaparecido de la zona.

La población faunística del área de influencia del proyecto es diversa, pues existen especies de insectos, anfibios y aves con colores, tamaños y características únicas de la Amazonia ecuatoriana. La Tabla 2, además de demostrar la alta diversidad, también describe la fauna de alta demanda para alimentación de colonos y nativos que habitan en el área de influencia del proyecto.

Tabla 2. Fauna del área de influencia directa del Proyecto Shalcani (Albuja *et al.*, 2012).

Nombre vulgar	Nombre científico	Estado de conservación
Guatusa	<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Preocupación Menor
Guanta	<i>Cuniculus paca</i>	Preocupación Menor
Chichico	<i>Saguinus graellsii</i>	Vulnerable
Chaguamangos - colembas	-	-
Pava de monte/ de Spix	<i>Penelope jacquacu</i>	En peligro de extinción
Paloma Perdiz Zafiro	<i>Geotrygon saphirina</i>	-
Tucán Goliblanco	<i>Ramphastos tucanus</i>	-
Cusumbo	<i>Potos flavus</i>	Preocupación Menor
Cuchucho	<i>Nasua nasua</i>	Preocupación Menor
Venado marrón amazónico	<i>Mazama nemorivaga</i>	Preocupación Menor
Saino	<i>Pecari tajacu</i>	Preocupación Menor

En el área de influencia del proyecto existen asentamientos humanos periféricos constituidos por una población con identidad kichwa amazónico (Napo Runa) y colonos, la mayoría dedicados a la agricultura, ganadería y comercio de fibra de palma y venta de madera para la elaboración de cajones para fruta (pigüe). El mayor ingreso económico proviene de la venta de fibra y productos agrícolas. El estu-

dio demostró que las familias en el sector tienen un ingreso promedio de 45 a 85 dólares mensuales que se destinan a alimentación, educación, salud y transporte. Otra actividad que genera ingresos familiares es la explotación artesanal de oro en el río Shalcani y los esteros de la zona (Figura 1), actividad que en los últimos años ha desplazado a la actividad ganadera al conseguir un mayor rédito económico.



Figura 1. Río Shalcani (foto de Estefanía Segarra) y un ejemplo de bateo de oro artesanal (Asociación Enrique Sanfiz, 2016).

4. Identificación y valoración de impactos ambientales

Durante la fase de campo exploratoria–observacional se seleccionó el sitio de emplazamiento del proyecto. Las condiciones del sitio demues-

tran que ha existido una alta intervención antrópica que ha dejado áreas de vegetación secundaria o deforestada, pero que no han afectado el bosque prístino del lugar (Figura 2). La ubicación geográfica de las instalaciones propuestas para el proyecto se muestra en la Tabla 3.



Figura 2. Ubicación para el emplazamiento de la cabaña familiar - vista de ángulo vertical.

Tabla 3. Ubicación de las instalaciones del proyecto eco turístico Shalcani.

Cabaña	Latitud	Longitud
Recepción	1°09'48,91"	77°69'76,70"
Cabaña cocina/comedor	1°09'41,78"	77°69'64,13"
Cabañas de alojamiento		
Cabaña doble	1°09'38,70"	76°69'58,96"
Cabaña matrimonial	1°09'37,24"	77°69'59,39"
Cabaña familiar/grupos	1°09'33,99"	77°69'63,29"
Cabaña de recreación/mirador	1°09'38,41"	77° 69'67,20"

Siguiendo el método de evaluación ambiental propuesto por Leopold-Páez para la identificación de potenciales impactos se procedió a evaluar: (i) los componentes/receptores ambientales que pudieran ser afectados directa e indirectamente por el proyecto durante su construcción; y, (ii) las acciones constructivas que generan dicha afectación. La identificación de los posibles impactos se dividió de la siguiente manera:

4.1. Identificación de impactos al receptor ambiental abiótico

Se evaluaron los siguientes posibles impactos al receptor ambiental abiótico:

- Aire: alteración de la calidad del aire y generación de olores molestos, incremento en los niveles de ruido.
- Suelo: incremento de la erosión del suelo, disminución de la fertilidad y modificación de la aptitud de uso de la tierra.
- Agua: modificación del caudal del río y deterioro de la calidad de agua.
- Paisaje: modificación del bosque secundario.

4.2. Identificación de impactos al receptor ambiental biótico

La identificación de los posibles impactos al receptor ambiental biótico se concentran en flora y fauna: pérdida de la masa forestal, modificación de hábitats, alteración de la cadena trófica.

4.3. Identificación de impactos al receptor socio económico-cultural

Los impactos a identificarse en el receptor socio económico-cultural son los siguientes:

- Incremento de la sensibilización ambiental.
- Generación de empleo.
- Incremento temporal de la economía local.
- Revalorización de la arquitectura vernácula.

Siguiendo la metodología descrita anteriormente se elaboró la matriz correspondiente (Tabla 4) y se cuantificaron los impactos ambientales. Las acciones de mayor impacto corresponden, en su orden, a la tala de bosque, desbroce general de la cobertura vegetal, construcción de senderos y transporte de materiales de construcción. Los receptores ambientales mayor-

mente afectados corresponden, en orden de prioridad, al paisaje, suelo, fauna, flora y el nivel de ruido. Se destaca al receptor ambiental socioeconómico-cultural como ente beneficiario del proyecto.

La valoración de impactos ambientales durante la fase constructiva demostró que se pueden producir 48 impactos negativos, de los cuales, 20 son de intensidad media y de magnitud baja, 20 presentan una intensidad permanente de baja magnitud y 8 impactos de afectación mínima. Además, cabe mencionar que 10 de los impactos son positivos con trascendencia y magnitud media, puntual y local.

La fase de construcción del proyecto presenta una puntuación negativa total de 238, situación que refleja la puntual extensión del proyecto y las características bióticas, abióticas y sociales del área de influencia anteriormente descrita. Se destacan las acciones de tala de bosque secundario y desbroce de vegetación como aquellas que mayormente afectan el medioambiente. El proyecto arroja resultados positivos en el componente social con un total de 92 puntos.

La valoración de los impactos permite delinear medidas de manejo ambiental focalizadas en aquellos impactos con valoración altamente negativa, así como medidas que impulsen y estimulen la consecución de mayores beneficios. Un resumen de las medidas de manejo ambiental se presenta a continuación.

Desbroce de la cobertura vegetal y tala de bosque

- Implementación de protocolos para el desbroce y tala de bosque.
- Ejecución de una operación de rescate y reubicación de fauna silvestre, si es necesario.
- Implementación de barreras vegetales en el evento de que se afecte la calidad de aire como consecuencia de la generación de polvo.
- Implementación de un plan de reforestación con plantas nativas para favorecer el retorno de animales y mejorar la calidad del aire y la fertilidad del suelo.
- Propiciar la regeneración natural de la vegetación que fue talada durante la construcción.
- Elaboración e implementación de un amplio programa de capacitación sobre la protección de la fauna y flora nativas que inhiban actividades de caza, en particular de aquella fauna en peligro de extinción (pava de monte) y las actividades de explotación maderera.

Tabla 4. Valoración cuantitativa total de los impactos ambientales en la fase constructiva del proyecto eco-turístico Shalcani.

ACCIONES IMPACTANTES		ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																		
		Desbroce general de cobertura vegetal	Tala de bosque	Ubicación y limpieza de vegetación para caminos	Ubicación y limpieza de vegetación para la construcción de cabañas	Relleno y nivelación del terreno para la construcción de cabañas	Construcción del campamento/bodega	Transporte de materiales de construcción	Construcción de cabañas	Instalación sanitaria	Instalación de agua	Instalación de energía y medios de comunicación	Construcción de senderos	Almacenamiento de residuos sólidos	Manejo de residuos sólidos	Manejo de aguas residuales	Utilización de mano de obra	Positivo	Negativo	Total
ELEMENTOS/RECEPTOR AMBIENTAL	Abiótico	Aire	-4	-8				-8						-8	12	2		14	-28	-14
		Suelo	-10	-10	-3	-9	-6	-1	-4	-9	-6	-4			-15	-4	9	4		13
Agua		-6													4			4	-6	-2
Paisaje	-18	-8	-6	-4	-2	-1		-18	-6	-9			-15	-4	6			6	-91	-85
Ruido		-5				-2	-20	-12											-39	-39
Biótico	Flora	-10	-8	-4	-4	-1	-1	-4	-9				-9						-50	-50
	Fauna	-5	-8	-2		-4		-1	-9				-6						-35	-35
Social	Cultural							36										36		36
	Económico		2								9					8	19			19
	Positivo		2					36			9			27	10	8	92			
	Negativo	-47	-53	-15	-17	-13	-5	-37	-57	-12	-13		-45	-16					-330	
	Total	-47	-51	-15	-17	-13	-5	-37	-21	-12	-13	9	-45	-16	27	10	8			-238

Transporte de materiales de construcción

- Elaboración e implementación de un protocolo para que los vehículos de transporte de materiales y almacenamiento sean ubicados en lugares distantes de los receptores sensibles (bosque prístino).
- Implementación de un cronograma y horario de operación de la maquinaria para reducir la perturbación a la fauna y calidad de aire.
- Implementación de normas básicas para la circulación vehicular a efecto de que sea regulada a lo largo de la vía utilizada, especialmente cuando se transite en sectores poblados
- Ejecución del mantenimiento periódico del equipo motorizado para maximizar la eficiencia de la combustión y minimizar la emisión de contaminantes y reducir el ruido a niveles aceptables.

Construcción de cabañas

- Elaboración e implementación de un amplio programa de capacitación en temas ambientales y culturales.
- Implementación de políticas que aseguren la participación de mano de obra local durante la fase constructiva del proyecto a efecto de dinamizar la economía local.

5. Conclusiones

El diagnóstico *ex ante* o línea base conducido en el área general de implantación del proyecto muestra la pre-factibilidad ambiental de su ejecución, basándose en la extensión del área de intervención, la implementación en un sitio antrópicamente altamente modificado y que no alberga elementos bióticos endémicos y/o en peligro de extinción, exceptuando la pava de monte (*Penelope jacquacu*) cuyo potencial de afectación podría mitigarse con la implementación rigurosa y oportuna de medidas específicas de sensibilización a la población local.

En el área de influencia directa del proyecto, la identificación y valoración de impactos considerando los criterios de magnitud e importancia, señalan como

impactos ambientales altamente negativos a la tala de bosque (-51), el desbroce general de cobertura vegetal (-47), la construcción de senderos (-45) y el transporte de materiales de construcción (-37). Por otro lado, también se encontraron impactos ambientales positivos, en especial la contribución del proyecto a la revalorización de la cultura a través de la construcción de cabañas vernáculas y la demanda de mano de obra que dinamizaría la economía local.

Dentro de la influencia indirecta del proyecto, existen impactos positivos de magnitud baja e importancia puntual por la recurrente demanda de mano de obra y la adquisición de materiales de construcción.

En la formulación de las medidas de manejo ambiental generadas por este estudio sobresalen aquellas orientadas a la mitigación/reducción de impactos ambientales que abarcan el 50% del total de medidas propuestas.

La identificación y valoración de los impactos ambientales permite concluir que es factible la ejecución del proyecto ecoturístico Shalcani desde la óptica ambiental si se considera seriamente la implementación de medidas de manejo que prevengan, mitiguen y compensen los efectos negativos al ambiente antes y durante la construcción de las cabañas.

Referencias

- Albuja, L., Almendáriz, A., Barriga, R., Montalvo, L., Cáceres, F. & Román, J. (2012). *Fauna de vertebrados del Ecuador*. Editorial Escuela Politécnica Nacional-Instituto de Ciencias Biológicas, Quito, Ecuador.
- Asociación Enrique Sanfíz (2016). *Buscadores de oro: Bateo*. Asociación de buscadores de oro Enrique Sanfíz, Navelgas, España.
- Gobierno Parroquial de Misahuallí (2011). *Plan del buen vivir y ordenamiento territorial de la parroquia de Puerto Misahuallí 2011-2020*. GPPM, Tena, Ecuador.
- INAMHI (2014). *Reporte INAMHI de las series 2008-2014*. INAMHI, Quito Ecuador.
- Izko, X. (2012). *La frontera invisible: actividades extractivas, infraestructura y ambiente en la Amazonía ecuatoriana (2010 - 2030)*. IICA, Quito, Ecuador.
- Mittermeier, R., Goettsch, C. & Robles, P. (1997). *Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo*. Cemex.
- Peláez, J., 2002. *Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo*. Universidad Nacional, Medellín, Colombia.
- Vera, A. & Riera, L. (2001). *Desarrollo de actividades silvopastoriles para rehabilitar pastizales en la zona norte de la Región Amazónica ecuatoriana*. INIAP, Quito, Ecuador.
- Villavicencio, A. (2011). Valoración económica de la biodiversidad: experiencias en el Ecuador, en: Granizo, T. & Ríos, M. (Eds.), *Memorias del Seminario: Aprovechamiento económico del biocrecimiento, los recursos genéticos, las especies y las funciones ecosistémicas en el Ecuador*. Ministerio Coordinador de Patrimonio. Quito, Ecuador, pp. 64-65.

El uso del marketing en el turismo: desarrollo del mercado de artesanías de la comuna kichwa Mandari Panga, Orellana, Ecuador

The use of marketing on tourism: handicrafts market development of kichwa community Mandari Panga, Orellana, Ecuador

Verónica Lisbeth Jaramillo-Pajuña¹, Jacquelyn Pacheco¹, Cecilia Jaramillo¹, Xavier Lastra-Bravo¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico.
Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

El presente trabajo se realizó con el propósito de desarrollar el mercado de artesanías de la comuna kichwa Mandari Panga, localizada en la provincia de Orellana, República del Ecuador, para orientar la actividad artesanal que los pobladores de la comuna vienen realizando durante varios años. Para ello, se caracterizó la oferta y la demanda a través de un estudio de mercado (encuestas, entrevistas y reuniones de trabajo), se determinaron los precios de las artesanías y se definió la forma de distribución y la promoción de las mismas. Se consideraron las variables clásicas del marketing mix (producto, precio, promoción y distribución) para canalizar los deseos de la demanda, y responder de manera adecuada a las necesidades del mercado actual. Como resultados se obtuvo la propuesta que da énfasis a responder a la demanda, innovar el producto y darle valor agregado; establecer precios que satisfagan las necesidades de ambos lados (productor y comprador); distribuir las artesanías de manera mixta; y, promocionar las artesanías haciendo uso de su marca y logo.

Palabras clave: estudio de mercado, producto, precio, promoción, distribución.

Abstract

The aim of this research was developing the handicrafts market of kichwa community Mandari Panga, located at Orellana Province, Ecuador, for guiding the handicraft activity carried out by the community residents for several years. The supply and demand was characterized by a market research (surveys, interviews and workshops), handicrafts prices were determined and promotion and distribution were defined. Classic marketing mix variables (product, price, promotion and place) were considered for channeling the demand choices and responding appropriately the current market's needs. As result, the proposal emphasizes on response to demand, product innovation and adding value. In addition, prices were established for satisfying the needs of craftsmen and buyers, mixed distribution strategy was set, and handicraft promotion by brand and logo was selected.

Keywords: market research, product, Price, promotion, place.

1. Introducción

El Ecuador es uno de los 12 países megadiversos del mundo, así como también es rico en pluriculturalidad, con una riqueza étnica compuesta por 21 pueblos con costumbres y tradiciones propias (Proyecto Bosques, 2009). Gran parte de esta riqueza la encontramos en la región Amazónica. Esta región, con sus 114.448 km², posee importantes áreas protegidas como el Parque Nacional Yasuní (PNY) y la Reserva de Biosfera Yasuní (RBY), la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno, la Reserva Biológica Limoncocha, el Parque Nacional Sumaco Napo Galeras, entre otras.

Lastimosamente, esta riqueza biológica y cultural ha estado amenazada por el manejo irracional de los recursos naturales y la pérdida de valores culturales, producto de intereses inmediatistas, regionales y de grandes poderes políticos, que únicamente ven a la Amazonía como un potencial para la implementación de industrias petroleras, extracción de madera, intensificación de extensiones de cultivo de palma africana y, en décadas pasadas, la sobreexplotación del caucho, dejando de lado los valores ambientales y culturales que son la esencia de la región Amazónica.

En la actualidad, el Gobierno del Ecuador ha considerado al turismo como una prioridad nacional y como un eje importante para la reactivación económica del país. En una economía altamente dependiente de los ingresos del petróleo, el turismo es considerado como una actividad generadora de empleo y de redistribución de la riqueza, integradora y complementaria con múltiples actividades. Por ello, el turismo se constituye en una estrategia relevante para la superación de la pobreza y el desarrollo sostenible del país (MINTUR, 2009).

Un pilar fundamental en el turismo lo constituyen las artesanías, debido a que gran parte de los turistas o visitantes compran estos productos como un recuerdo que refleje las experiencias de sus viajes. Jiménez (2013) indica que el más importante atractivo para el rescate de la cultura y la promoción turística son las artesanías. Según PROECUADOR (2012), las artesanías son parte

de la cultura y la historia del país. Aparico y Boddmer (2009) consideran que el creciente negocio turístico beneficia a las comunidades amazónicas, gracias al comercio de artesanías y a la presencia turística de danzas tradicionales.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2001), reconoce que el sector artesanal desempeña un papel determinante en el desarrollo económico local y en la lucha contra la pobreza, básicamente porque las producciones artesanales las realizan poblaciones con características similares, aun en los países llamados del primer mundo, algunas todavía nativas; por ende, la actividad artesanal se desarrolla en los cinco continentes.

Según Escobar y Montoya (2009), por tradición cultural, Ecuador es un país donde se elabora una gran variedad de artesanías con materiales muy diversos. La artesanía ecuatoriana se destaca por sus coloridos diseños y creativas formas, que reflejan la riqueza de nuestras cuatro regiones naturales. Paisajes, personas, animales, creencias y mitos son plasmados con gran habilidad por los artistas y artesanos; obteniendo artesanías que llevan a todo el mundo un mensaje de alegría y hermandad.

La artesanía kichwa merece una especial atención, no solo por su belleza y originalidad, sino también por su contenido y significado cultural. Por esta razón, la aplicación del *marketing mix* es fundamental para mejorar la actividad económica. De acuerdo con el Consejo de Desarrollo de las Nacionalidades y Pueblos del Ecuador (CODENPE), la economía de las familias kichwa es diversa, desde la caza, la pesca, la recolección, y el intercambio de productos y artesanías, las cuales siempre están reguladas por relaciones de reciprocidad y redistribución dentro de las matrices culturales que regulan las relaciones con los hombres y la naturaleza.

El marketing es un proceso social y administrativo mediante el cual individuos y grupos obtienen lo que necesitan, y desean, a través de la creación y el intercambio de productos y de valor con otros grupos e individuos (Kotler, 2008).

Lafonth (2009) menciona que el marketing está compuesto por cuatro variables o elementos (Product = Producto, Place = Distribución – Plaza, Promotion = Promoción, Price = Precio) que le permiten a la empresa direccionar su actividad económica, partiendo de las necesidades de los consumidores. Las 4 Ps del marketing también se denominan *marketing mix*, mezcla de marketing, mezcla de mercadotecnia o mix comercial.

Orjuela & Sandoval (2002) mencionan que uno de los aspectos más importantes en la elaboración de proyectos es el análisis del mercado en el que se va a ofrecer el producto, ya que un conocimiento adecuado del mismo permite evaluar las posibilidades de éxito del bien o servicio evaluado.

El objetivo de este trabajo fue ayudar al desarrollo del mercado de artesanías de la comuna kichwa Mandari Panga, a través de la aplicación del marketing mix.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

La comuna kichwa Mandari Panga se localiza en la región amazónica del Ecuador, en la provincia de Orellana, cantón Francisco de Orellana, parroquia Dayuma. Mandari Panga está ubicada en la margen izquierda del río Tiputini, en las coordenadas UTM 313632 Este y 9928910 Norte.

El clima es tropical y húmedo con una temperatura promedio anual de 26°C. La pluviosidad oscila entre 1.800 a 4.500 mm anuales, los meses de mayor precipitación son mayo y junio. Está cubierta en un 80% de selva virgen con una altitud de 230 metros sobre el nivel del mar. Posee una gran biodiversidad, que constituye su principal atractivo (FEPP y MAE, 2003). Pero, también representa una amenaza, debido a que algunos de los pobladores se dedican a la caza y pesca ilegal, y a la tala indiscriminada del bosque.

Su principal fuente de ingreso es la agricultura, a través de la producción de yuca, chonta, hojas del bijao y verde, que son comercializados en la ciudad del Coca. Dentro de la actividad tu-

rística, la comuna Mandari Panga recibe eventualmente a los visitantes, especialmente en el mes de diciembre, cuando tienen lugar sus festividades. En la actualidad, existe un proyecto turístico para la comuna Mandari Panga que se enfoca en alternativas de desarrollo sostenible, con eje en emprendimientos turísticos.

Existen dos sitios donde actualmente se comercializan los productos artesanales de la comunidad, el Malecón de la ciudad del Coca (MACCO) y el otro es el “Mercado Artesanal La Mariscal” en Quito.

2.2. Metodología

Para la investigación de campo se realizaron seis visitas a la comuna Mandari Panga, con el fin de sociabilizar y recopilar información de fuentes primarias. Se elaboraron fichas de inventario de atractivos culturales de los productos artesanales de la comuna para el estudio de mercado. Para caracterizar la oferta y la demanda se aplicaron encuestas a ocho artesanos de la comuna, pertenecientes al grupo activo de artesanos Mandari Sisa.

Se realizaron encuestas con preguntas cerradas a turistas nacionales (157) y extranjeros (163), en Quito (Mercado Artesanal La Mariscal) y en el Coca (Puerto del Coca, riberas río Napo). La población de estudio estuvo constituida por la demanda turística registrada por el Ministerio de Turismo en la provincia de Orellana en el 2010, 2.500 turistas nacionales y 6.100 extranjeros. La muestra se calculó mediante la fórmula de población finita con 1,81 de nivel de confianza y 6% de margen de error. También, se encuestó a comerciantes del Mercado Artesanal La Mariscal de Quito que se dedican a la comercialización y distribución de artesanías de todas partes del país (40 locales), y a los artesanos de la comuna, especialmente a los miembros activos de la asociación Mandari Sisa. Estas encuestas se aplicaron durante 3 meses claves octubre, noviembre y diciembre, que son los de mayor afluencia de turistas nacionales y especialmente extranjeros, debido a que en sus países de origen es temporada de vacaciones. Finalmente, se realizó un ensayo de comercialización de las artesanías en el Mercado Artesanal La Mariscal.

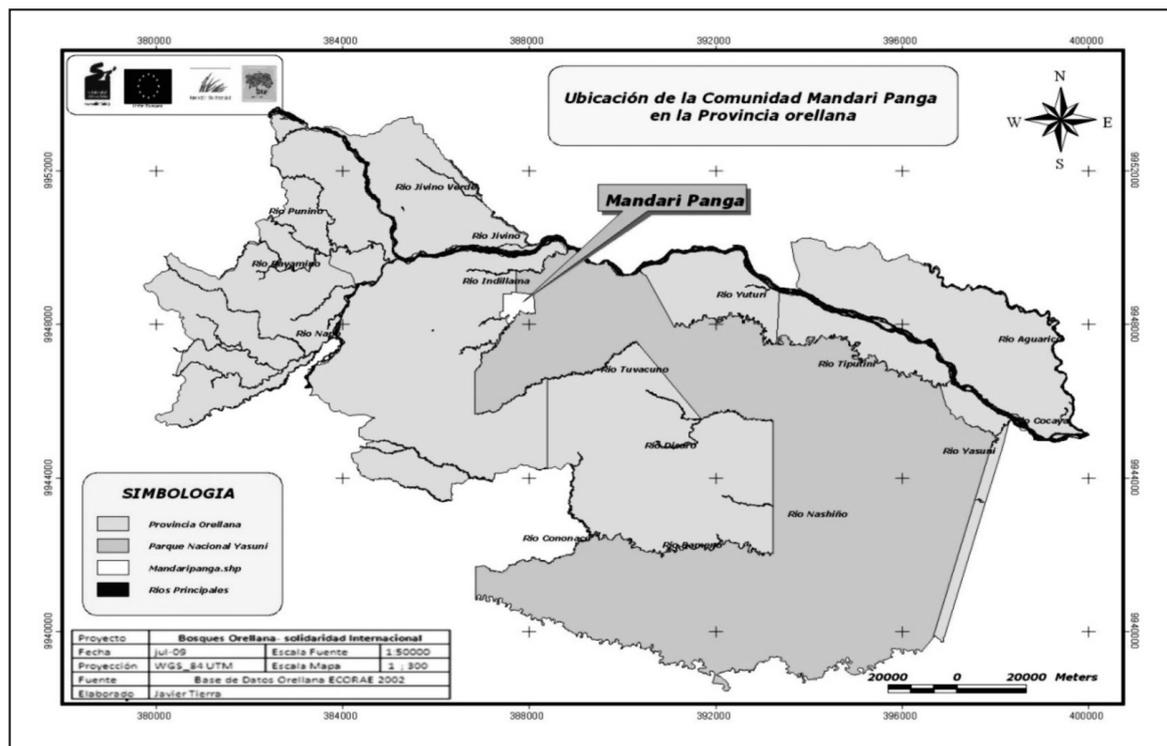


Figura 1. Localización de la Comuna Mandari Panga. Fuente: Plan de Manejo Mandari Panga (2009).

3. Resultados y discusión

3.1. Comunidad Mandari Panga

La comuna Mandari Panga obtuvo la personería jurídica y la legalización del territorio a través del Acuerdo Ministerial N° 017 del 8 de enero de 1998; y posteriormente con 25 socios (12 hombres y 13 mujeres) obtuvieron la escritura pública el 24 de febrero del 2000. En el 2012, los dirigentes de la comuna gestionaron sus Presupuestos Participativos en el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Orellana (GADPO). En el 2013, la solicitud fue aprobada y viabilizada a través de la Coordinación de Turismo de este GAD. Para ejecutar el gasto elaboraron el Perfil titulado “Implementación del Turismo Comunitario en la Comuna Kichwa Mandari Panga”, que permitió dotar de una canoa de fibra de vidrio, una computadora y enseres de cocina; estos últimos posibilitaron el emprendimiento de gastronomía típica.

La comuna posee gran conocimiento ancestral en la elaboración de artesanías, por provenir de la mitología Canelo. Las principales artesanías que realizan son las relacionadas a la alfarería, bisutería y cestería.

La comuna Mandari Panga está iniciando la actividad turística con el apoyo del GADPO, lo que motiva a complementar el resto de acciones con la venta de artesanías, y también fomenta la conservación ambiental y el fortalecimiento cultural y económico de sus pobladores.

Un aspecto importante que promueve su actividad turística, y por ende artesanal, es la integración de los artesanos de la comuna al Museo Arqueológico Centro Cultural Orellana (MACCO).

Los problemas identificados de la comuna Mandari Panga son:

- Pocos pobladores de la comuna Mandari Panga se dedican a la elaboración de artesanías, lo que significa que la actividad tradicional está en peligro de desaparecer con las nuevas generaciones, que prefieren migrar a la ciudad más cercana (El Coca).
- Los artesanos desconocen técnicas innovadoras para la fabricación de sus productos.
- La venta de sus artesanías es limitada, debido a que no disponen de un sitio permanente donde puedan expender sus trabajos.

- El proceso para elaborar las artesanías demanda de varias horas e incluso días, lo cual no justifica el precio al que se comercializan actualmente sus productos.
- Los artesanos tienen escaso conocimiento acerca del trato y atención al cliente, lo que dificulta la interacción con el comprador.

Para la solución de estos problemas, referentes a la actividad artesanal de los pobladores, se propuso:

- Invitar a más miembros de la comuna Mandari Panga para que se unan a la Asociación Mandari Sisa.
- Realizar talleres y capacitaciones en la elaboración de artesanías, utilizando nuevas técnicas y variaciones.
- Dotar a los artesanos de herramientas y materiales que faciliten la elaboración de artesanías.

- Buscar y abrir nuevos sitios de venta.
- Fijar precios basados en el costo de producción.
- Brindar charlas y capacitaciones referentes a la atención al cliente.
- Utilizar como eje principal la herramienta de la mercadotecnia, denominada “marketing mix”, con la intención de darle un orden a todo el proceso y buscar la respuesta deseada en el mercado meta.

3.2. Caracterización de la oferta y la demanda

El 100% de los artesanos tienen de 36 años en adelante, y el 75% son mujeres (Figura 2). Aparte de la actividad artesanal, los encuestados se dedican en su mayoría a ser amas de casa (50%), seguido del 37% que se dedica a la agricultura, y el 13% es empleado público.

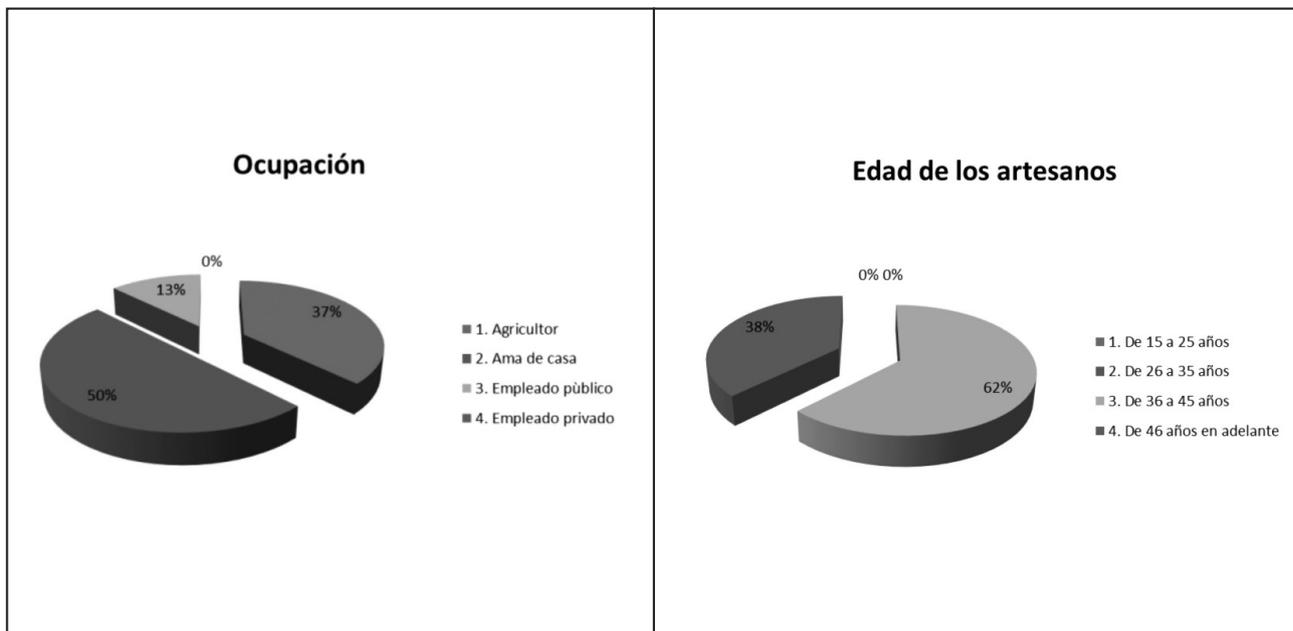


Figura 2. Características de los artesanos

El 50% elabora tejidos (canastos, shigras, sombreros). Esto muestra que la mitad de ellos se dedica a hacer artesanías tejidas, el 38% elabora bisutería (aretes, collares, pulseras) y tan solo el 12% conoce

sobre la elaboración de recipientes de cerámica y barro (mukawas, kallanas) (Figura 3). El 50% respondió que utiliza fibras naturales, un 37% semillas y un 13% barro.

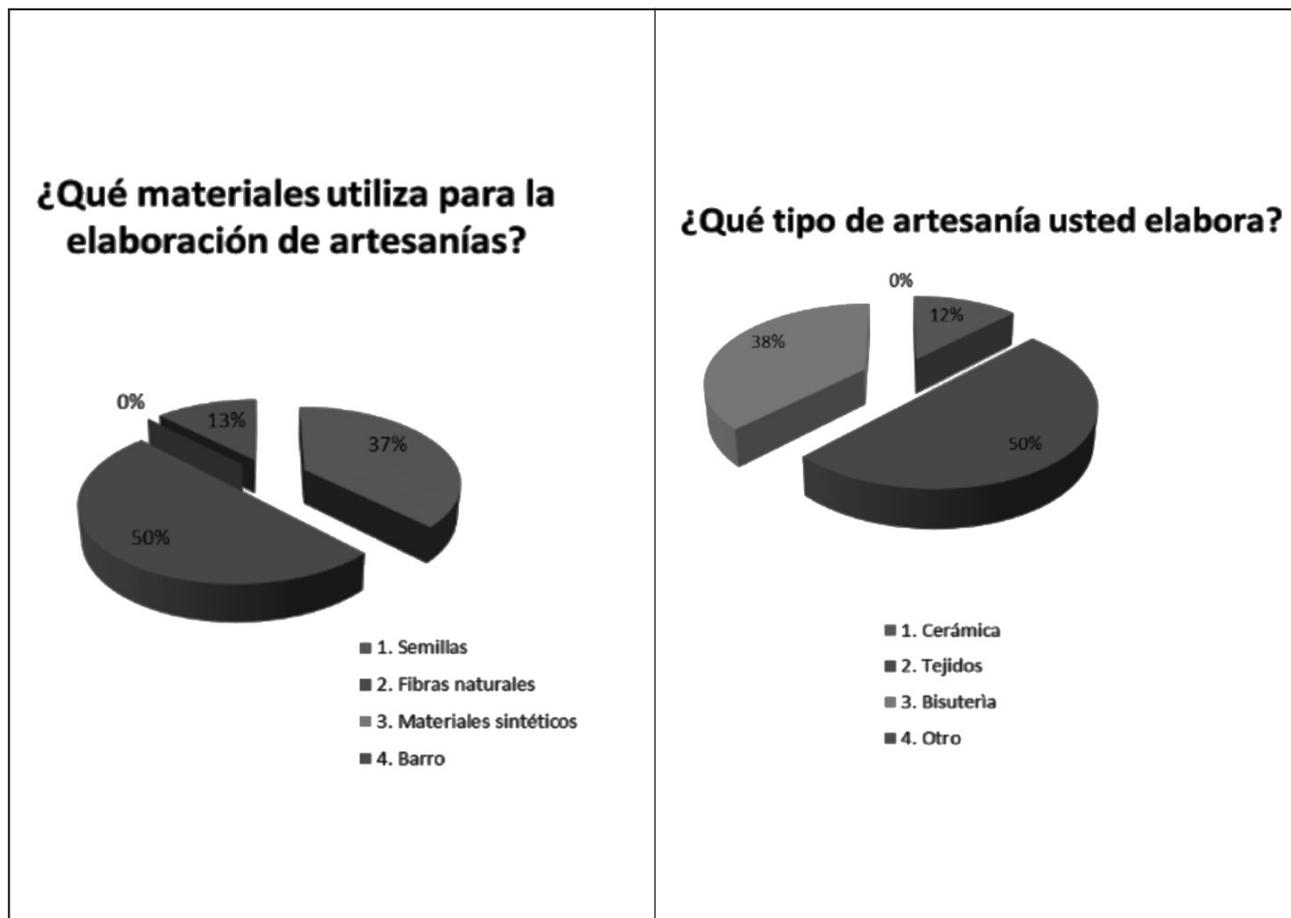


Figura 3. Características de la elaboración de artesanías

El 75% vende sus artesanías en la ciudad de El Coca y los demás en la comunidad. Quien más compra sus artesanías son turistas nacionales (75%). También, mencionan que la venta a intermediarios nacionales es frecuente. Para los artesanos, el turista se fija más en la imagen de la artesanía (50%). El 63% no satisfacen sus necesidades con la venta de sus artesanías, lo que indica que la actividad artesanal no está dejando ingresos económicos considerables para los artesanos. El 87% respondió que el porcentaje de ganancia conveniente es de 31% a 50%, y el 13% más de 50% de ganancia.

De los principales problemas que enfrentan los artesanos para el desarrollo del mercado de sus artesanías, el 50% respondió que no hay un sitio donde comercializarlas, un 25% cree que el problema es la falta de herramientas y materiales, un 13% piensa que hay demasiada competencia y tan solo el 12% considera que les falta capacitación.

La edad de los comerciantes en su mayoría es de 36 a 45 años (35%), seguido de un 28% que tienen entre 26 y 35 años, un 25% son mayores de 46

años y tan solo un 12% corresponde a comerciantes con edades de 15 a 25 años. La mayoría de los negociantes pertenece al género femenino (78%). El 98% prefiere comprar bisutería, y el 2% tejidos.

El 80% de turistas nacionales y extranjeros prefieren comprar bisutería, y el 20% opta por los tejidos. La mayoría de comerciantes (85%) respondieron que están interesados en adquirir otro tipo de artesanía. El 55% mencionó que le gustaría comprar tejidos, así también un buen porcentaje se interesa por cerámicas, y las personas que mencionaron como interés a la bisutería, dijeron que les gustaría mayor variedad.

Los negociantes manifestaron que el 83% de compradores son turistas extranjeros y que tan sólo un 17% nacionales. Consideran que el turista se fija más en la calidad de las artesanías (42%), que sugiere que un producto debe ser de calidad para tener una buena acogida en el mercado (Figura 4). Todos respondieron que los precios a los que venden las artesanías son adecuados, de igual forma los precios de venta al público ya están establecidos en el mercado.

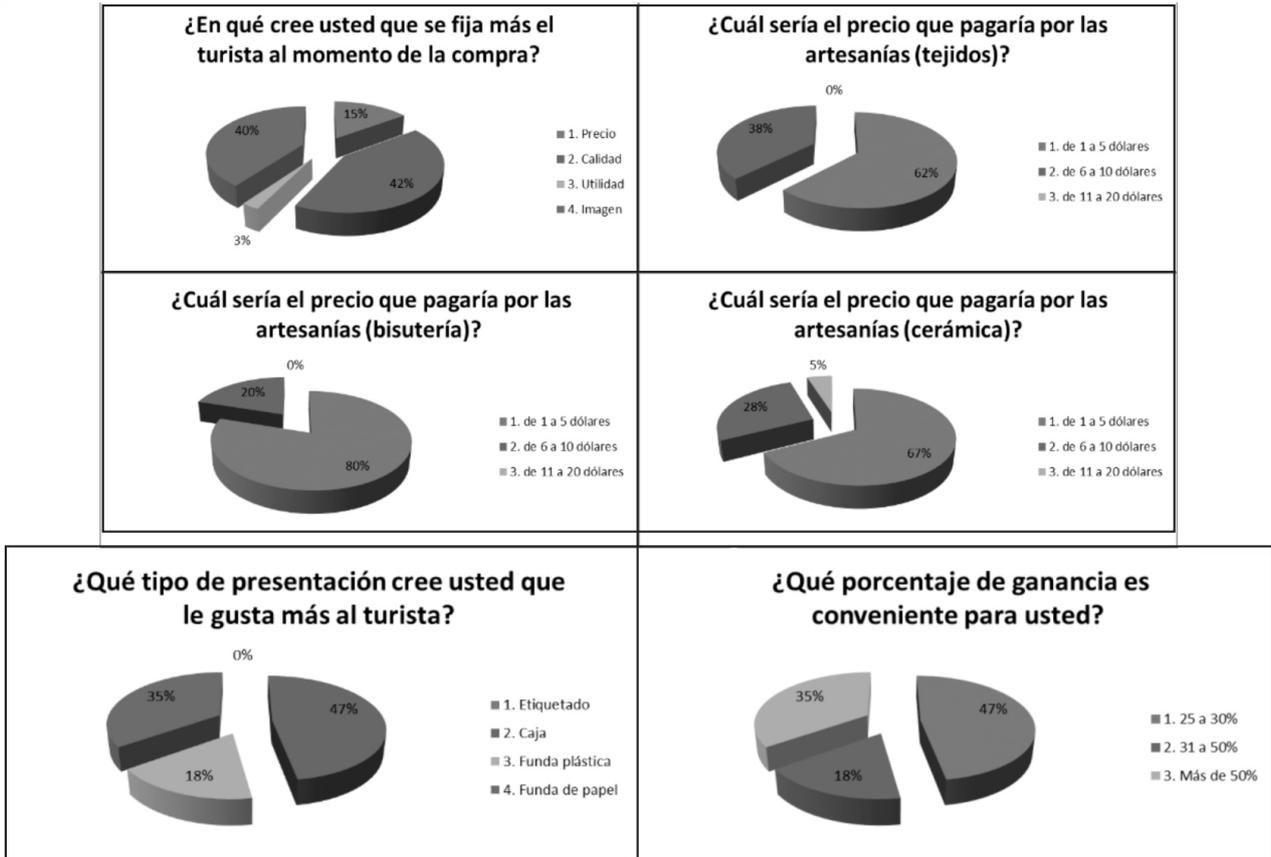


Figura 4. Características de la comercialización de artesanías.

El 80% respondió que el precio dispuesto a pagar por la bisutería sería de 1 a 5 dólares, y el 20% dijo que pagaría de 6 a 10 dólares. El precio que pagarían por los tejidos, en un 62%, es de 1 a 5 dólares, mientras que un 38% pagaría de 6 a 10 dólares. El 67% pagaría por artesanías de cerámica de 1 a 5 dólares, el 28% entre 6 a 10 dólares y el 5% de 11 a 20 dólares, todo depende de la complejidad, tamaño y detalles del trabajo (Figura 4).

Para el 47%, el porcentaje de ganancia adecuado es de 25% a 30% (Figura 4). El 47% indicó que la presentación que prefiere el turista para las artesanías es que el producto venga en caja, y un 35% dentro de una funda de papel. El 90% señaló que los fines de semana se vende más las artesanías, y tan solo el 10% dijo que los feriados. El 50% aseguran que el mes más favorable es diciembre, seguido del mes de enero (27%). Lo que muestra que diciembre, por estar en celebraciones

como fiestas de Quito y Navidad, se da la mayor venta en el mercado artesanal “La Mariscal”, seguido del mes de enero, en el cual se tiene una gran afluencia de turistas colombianos, porque en ese mes se encuentran en vacaciones.

3.3. Perfil de los turistas nacionales y extranjeros

La edad de los turistas, tanto nacionales como extranjeros, que predomina es de 26 a 35 años, con un 44% y 41% respectivamente, quienes gustan de viajar y conocer la naturaleza y cultura de nuestro país y tuvieron mayor disposición a ser encuestados (Figura 5). De acuerdo con el género, no se observaron diferencias significativas, ya que tanto hombres como mujeres visitan el Mercado Artesanal “La Mariscal” y el Parque Nacional Yasuní, atraídos por su atractivo natural y cultural. La mitad de turistas nacionales y extranjeros son solteros.

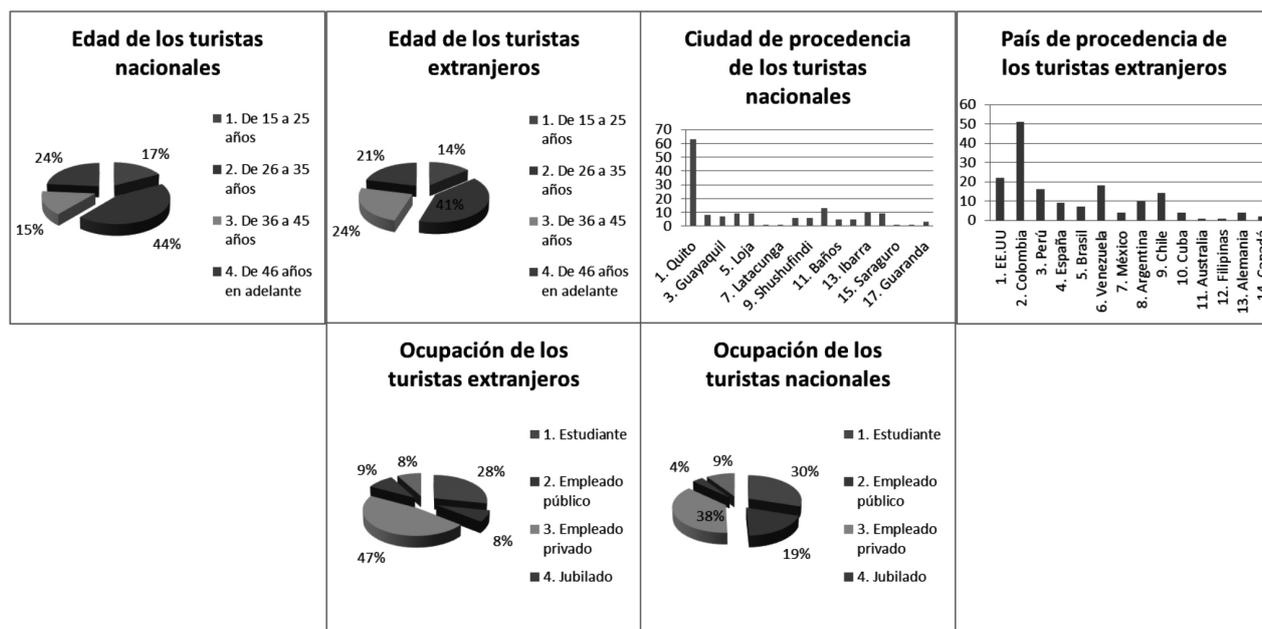


Figura 5. Perfil de turistas.

El 60% de turistas nacionales son de la ciudad de Quito (Figura 5). También, existe un número representativo de turistas de Lago Agrio. Hay un predominio de turistas colombianos que visitan Quito y El Coca aprovechando la proximidad con el Ecuador.

Tanto turistas nacionales como extranjeros, en un porcentaje significativo, son empleados privados (38 y 47%, respectivamente), y tienen su propio negocio, seguido de un 28% a 30% que es estudiante, de pregrado o postgrado (Figura 5).

El 98% de turistas nacionales, y el 93% de extranjeros, mostraron gran acogida por los productos. El 74% de turistas nacionales y el 64% turistas extranjeros han adquirido algún tipo de artesanía amazónica, y mencionaron que los materiales son muy atractivos y con valor cultural. Aquellos que no han adquirido artesanías amazónicas dijeron preferir los productos textiles; como la artesanía otavaleña o artículos elaborados en cuero. El 70% de turistas nacionales y el 59% de extranjeros prefieren la bisutería (aretes, pulseras, collares). El 89% de turistas nacionales y el 92% de extranjeros dijeron que los precios a los que se comercializan las artesanías amazónicas le parecen adecuados. Lo que se traduciría en una gran aceptación de los precios actuales en el mercado.

El 63% de turistas nacionales dijo que pagaría por la bisutería de 1 a 5 dólares. Mientras que, el

60% de turistas extranjeros respondió que pagarían de 6 a 10 dólares. Estas respuestas muestran que el precio que los turistas nacionales cancelarían es bajo y, en el caso de los turistas extranjeros pagarían un mayor valor, sin embargo, todo dependería de la calidad, complejidad y el tamaño del producto, como se desprende de los siguientes resultados.

El 93% de turistas nacionales y el 82% de turistas extranjeros pagarían entre 6 a 20 dólares por artesanías tejidas. Por tanto, el turista está dispuesto a cancelar un precio razonable por shigras, canastos y sombreros. El 62% de turistas nacionales y 63% de turistas extranjeros pagarían por artículos de cerámica de 6 a 10 dólares. Todos los valores obedecen a la complejidad, tamaño y detalles del producto. Los turistas nacionales y extranjeros compran las artesanías basándose fundamentalmente en la calidad (48% y 54%). Estos resultados sugieren elaborar productos con mejores acabados y atributos.

El 41% de turistas nacionales se informaron sobre la Amazonía y sus artesanías a través de ferias y exposiciones. En relación al turista extranjero, el 39% manifestó haberse enterado a través de amigos, seguido de un 28% que se informó mediante ferias de exposiciones.

El 100% de los turistas nacionales, y el 97% de los extranjeros, respondieron que la calificación al di-

seño, color, variedad y materiales de las artesanías es excelente y buena. En general, la aceptación de las características de las artesanías kichwa, es sobresaliente.

3.4. La comercialización

La acogida de las artesanías denominadas bisutería, fue buena, es decir, los turistas compraron los productos a los precios actuales del mercado.

En referencia a los tejidos, los compradores prefirieron la shigra a los canastos, en lo concerniente al precio de las shigra, se vendió, pero a precios bajos (\$10), es decir un precio 33,4% menos del precio sugerido (\$15). En relación a la cerámica, hubo turistas que preguntaron su precio, pero debido a la competencia de otros artículos de cerámica como réplicas de figuras precolombinas o cerámica andinas, no se concretó la venta.

3.5. Segmentos de mercado

Las artesanías kichwas son productos con gran aceptación en el mercado por parte de todos los grupos encuestados. Es así que, dentro de la demanda se encuentran comerciantes del Mercado Artesanal “La Mariscal”, de sexo femenino que tienen edades entre 35 y 45 años, que prefieren comprar bisutería (aretes, collares, pulseras), inclinadas a comprar artesanías tejidas (shigras), interesadas en productos de calidad, quienes están conformes con los precios actuales, que pagarían de 1 hasta 10 dólares por los artículos y, que prefieren las cajas para comercializarlos.

En relación con los turistas nacionales; el mercado lo componen hombres de 26 a 35 años, solteros, procedentes de Quito y Lago Agrio, empleados públicos y privados, quienes anteriormente han adquirido este tipo de artesanías, prefieren la bisutería y los tejidos, pagarían de 1 a 5 dólares por la bisutería, de 6 a 20 por los tejidos de 6 a 10 dólares por la cerámica. Además, son turistas que se fijan en la calidad e imagen de los productos, optan por adquirirlos en un mercado artesanal y, se informaron acerca de la existencia de la Amazonía y sus artesanías a través de ferias de exposición, amigos y familiares.

El segmento de mercado de turistas extranjeros lo componen mujeres de 26 a 45 años, solteras y casadas, procedentes de Colombia y Estados Unidos, empleadas privadas y estudiantes, que se inclinan por comprar bisutería. Los que anteriormente han adquirido este tipo de productos, prefieren la bisutería y tejidos, pagarían

de 6 a 10 dólares por la bisutería, de 6 a 20 por los tejidos y de 6 a 10 por los artículos de cerámica, y se fijan en la calidad e imagen del producto. Al mismo tiempo, son personas que se interesarían en adquirir las artesanías en mercados artesanales, quienes se enteraron acerca de la Amazonía y sus artesanías mediante sus amigos, ferias de exposiciones e internet. Además, frecuentan sitios turísticos relacionados al entorno natural y gustan del patrimonio cultural ecuatoriano.

3.6. Mix de Marketing

3.6.1 Ciclo de vida del producto (artesanía kichwa de Mandari Panga)

Las artesanías de la comuna kichwa Mandari Panga se encuentran en la etapa de Introducción. En esta etapa, los artesanos producen versiones básicas del producto. Concentrándose en aquellos compradores que están mejor preparados para adquirirlas.

A medida que se avance por las siguientes etapas del ciclo de vida de las artesanías, se tendrán que formular continuamente nuevas estrategias de fijación de precios, promoción, y otras estrategias de marketing. La mejor posibilidad de conservar el liderazgo en el mercado consiste en dar los pasos correctos desde un principio.

Los artesanías de la comuna kichwa Mandari Panga, por ser un *producto de consumo*, se localizan en *productos de compra*, debido a que en el proceso de selección se compara adecuación, calidad, precio y estilo. Se determinó que dentro de la pirámide de las necesidades de Maslow, las artesanías se encuentran en la sección: estima y estética.

3.6.2. Innovaciones al producto (artesanía kichwa)

La marca Mandari Sisa Este responde a la denominación de la Comuna Mandari Panga y del grupo de artesanos Mandari Sisa, que en español significa “flor de la palma”. El logo se estableció a través de una reunión con los artesanos. La imagen simplifica aspectos importantes para los artesanos (Figura 6), el sol que para ellos representa la principal fuente de vida y energía para la naturaleza, y la flor que representa a su comunidad. Además, los colores denotan tranquilidad, es así como el amarillo representa al sol, el café el color de la tierra, el verde representa al bosque y su flora.



Figura 6. Logo de las artesanías Mandari Sisa

La marca Mandari Sisa se usará en todo producto artesanal que realice la comuna Mandari Panga, lo que incluye a la bisutería, cestería y alfarería o cerámica. El logo y la marca se utilizará en la impresión con pirograbador sobre las cajas de los productos, en la impresión de etiquetas, en tarjetas de presentación, camisetas y en gigantografías a usarse en exposiciones de las artesanías.

3.6.3. Precio de las artesanías Mandari Sisa

Para establecer el precio final de las artesanías Mandari Sisa, para su venta directa, se estimaron los costos de producción (materias primas, materiales y herramientas, horas de trabajo y gastos) y utilidad. Con lo que se superan las expectativas de ganancia del artesano y se establece un precio acorde al mercado actual y aceptable para la demanda. Los precios al por mayor, o para la venta a los comerciantes, corresponde al precio según las expectativas del artesano con una utilidad del 50%. Además, los precios de las artesanías Mandari Sisa son similares a los de la competencia, Mercado Artesanal “La Mariscal” y el “Centro Cultural y Turístico Shuar AWANKIR AKINMA” RENACER, siendo competitivos.

3.6.4 Distribución y promoción de las artesanías Mandari Sisa

El modo de distribución de las artesanías kichwas amazónicas se realizará de forma *mixta*, es decir, a través de *canales directos e indirectos*. Esto se debe a que turistas nacionales y extranjeros manifestaron que les gustaría comprar los productos dentro de un mercado artesanal o feria de exposición (con intermediarios), y también mencionaron que desearían comprar directamente en la comuna. La presencia del Museo Arqueológico Centro Cultural Orellana, en el malecón de El Coca, ayudará a la distribución de las artesanías Mandari Sisa.

Para la promoción de los productos artesanales kichwa se darán a conocer directamente a los comerciantes, ofertando los productos y mostrando sus cualidades. Así también, se dejarán muestras de productos para que los comerciantes experimenten la comercialización del producto. Se tendrá muy en cuenta la marca y exposición del producto, a través de tarjetas de presentación impresas en papel couché de 300 gr., etiquetas impresas en papel couché mate de 300 gr. y exhibidores.

4. Conclusiones

La investigación de mercados realizada para los productos artesanales de la comuna kichwa Mandari Panga arrojó resultados importantes para el desarrollo de la comercialización de sus artesanías. Los datos más relevantes se refieren a la gran aceptación que tienen las artesanías amazónicas por parte de turistas nacionales con un 99% y extranjeros con un 93%, siendo el segmento determinado de preferencia del producto: hombres y mujeres solteros en el rango de edad de 26 a 35 años, empleados en su mayoría en el sector privado, de procedencia principalmente de Quito, en el caso de turistas nacionales, y de Colombia de turistas internacionales, la preferencia por este tipo de productos se basa en sus diseños, color, forma, materiales y calidad, así como por ser elaborados con materiales naturales y poseer gran contenido cultural, los precios que estaría dispuestos a pagar son: de 6 a 20 dólares por artesanías tejidas, de 6 a 10 dólares por artículos de cerámica y por la bisutería de 1 a 5 dólares (nacionales) y de 6 a 10 dólares (extranjeros). Estos precios tienen la aceptación de turistas y comerciantes, y fueron fijados con los productores en base a sus costos de producción y en función del valor agregado por la marca y el empaque.

La oferta la constituyen los productos artesanales kichwa amazónicos como: la bisutería (aretes, pulseras, collares), la cestería (shigras, canastos, sombreros, abanicos) y la alfarería o cerámica (mukawas, kallanas, figuras de la naturaleza). Las artesanías como los abanicos, las bateas de cacao silvestre y los sombreros tienen ventajas competitivas por ser producidos únicamente por la comuna Mandari Panga.

Según el estudio realizado, el turista prefiere adquirir los productos dentro de un mercado artesanal o feria de exposición. También mencionaron que desearían comprar directamente en la comuna, por lo que sería importante aprovechar la presencia del Museo Arqueológico Centro Cultural Orellana, en el malecón de El Coca, para mejorar la comercialización de las artesanías, por lo que se decidió utilizar distribución mixta.

Toda la promoción se realizará utilizando la marca, tanto en productos como en exhibidores, además se informará sobre las características del producto y se resaltará la importancia social y ambiental.

Referencias

- Aparicio, P. & Bodmer, R. (2009) *Pueblos indígenas de la Amazonía peruana*. Iquitos-Perú: Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía (CETA).
- Escobar, F. & Montoya, G. (2009) *Creación de una plaza de artesanías en el cantón Milagro*. Proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero Comercial, mención: Recursos Humanos y Finanzas. Universidad Estatal de Milagro. Unidad Académica Ciencias Administrativas y Comerciales. Ecuador.
- Fondo Ecuatoriano Populorum Progresio (FEPP) & Universidad Técnica del Norte (UTN). (2004). *Estudio etnobotánico de la comuna kichwa de Mandari Panga*. Orellana, EC.
- Jiménez, E. (2013). *Estrategia de rescate de la cultura a través de las artesanías en la comunidad Simón Bolívar parroquia de Fátima - provincia de Pastaza*. Tesis de grado previo a la obtención del título de Licenciada en Turismo Ecológico. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas Escuela de Turismo Ecológico, Quito-Ecuador.
- Kotler, P. (2008). *Fundamentos de marketing*. Octava Edición, México. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. pp. 5, 7, 30.
- Lafonth, T. (2009). *Las 4 p del marketing*. Universidad de Córdoba, Colombia. 2009.
- Ministerio de Turismo del Ecuador (MINTUR). (2009). *Plan Integral de Marketing Turístico del Ecuador (PIMTE 2010-2014)*. Ecuador: Ministerio de Turismo del Ecuador.
- Orjuela, S. & Sandoval, P. (2002) *Guía del estudio de mercado para la evaluación de proyectos*,

Seminario de prueba para optar al título de Ingeniero Comercial. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Carrera de Ingeniería Comercial. Santiago–Chile.

PROECUADOR. (2012). *Análisis del sector artesanías 2012*. Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones Promoción de Exportaciones Especialista Sectorial de Artesanías. Quito–Ecuador.

Proyecto Bosques. (2009). *Plan de manejo de la comunidad kichwa Mandari Panga*. Ecuador–Orellana.

UNESCO. (2001). *Artesanías creadoras*. París: Unesco. Sección de Artesanías y Diseño.

Parámetros para la planificación estratégica del turismo en la parroquia de Tumbaco, cantón Quito

Parameters for strategic tourism planning at parish of Tumbaco, Quito

Marco Sarango¹, Enrique Cabanilla¹

¹Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carrera de Turismo Ecológico. Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria. Quito. 170521. Ecuador

Resumen

El presente artículo presenta información de los elementos turísticos de la parroquia de Tumbaco. Posteriormente, con los datos sistematizados, se realizó un análisis FODA del sistema turístico dentro del territorio. Junto a los estudios anteriores se efectuó una encuesta a los pobladores locales, en dicha encuesta se consultó sobre la aceptación del turismo en esta parroquia. La comunidad expresó su acuerdo y confía en que el turismo sea un medio de desarrollo sostenible. Todo este proceso desemboca en una serie de recomendaciones, producto de la evaluación del diagnóstico y la encuesta, que serán el pilar de un plan estratégico a futuro.

Palabras clave: Tumbaco, diagnóstico turístico, turismo, Ecuador.

Abstract

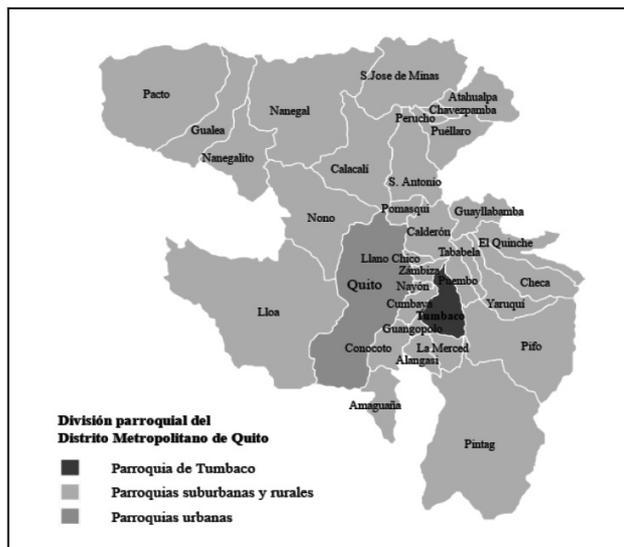
This article presents information of tourist elements of the parish of Tumbaco. Later, with the systematic data, a SWOT analysis of the tourism system in the territory was conducted. Along with previous studies, a survey was conducted to local people in the survey were asked about to acceptance of tourism in this parish. The community expressed its acceptance and hopes that tourism is a sustainable development tool. This whole process leads to a series of recommendations, product assessment and diagnosis survey, which will be the cornerstone of a future strategic plan.

Keywords: Tumbaco, Tumbaco's tourism diagnosis, tourism development, Ecuador.

1. Introducción

El cantón Quito y su distrito se encuentran ubicados principalmente sobre la llamada Meseta de Quito, en las faldas orientales del volcán Pichincha, en la Cordillera Occidental de los Andes septentrio-

nales de Ecuador. La altura promedio es de 2.850 msnm. La parroquia de Tumbaco, lugar donde se realizó esta investigación, se encuentra en el valle nororiental del cantón Quito, parte de la provincia de Pichincha (Mapa 1). La superficie aproximada de la parroquia es de 182 km² (GAD Tumbaco, 2012).



Mapa 1. División territorial del cantón Quito (Wikimedia, 2015).

La distancia desde el distrito de Quito es de 14 km, cuenta con una excelente red vial como muestra la Figura 1. Esta proximidad ha sido aprovechada

para implementar varios proyectos inmobiliarios que han servido para descongestionar la trama urbana del distrito metropolitano.

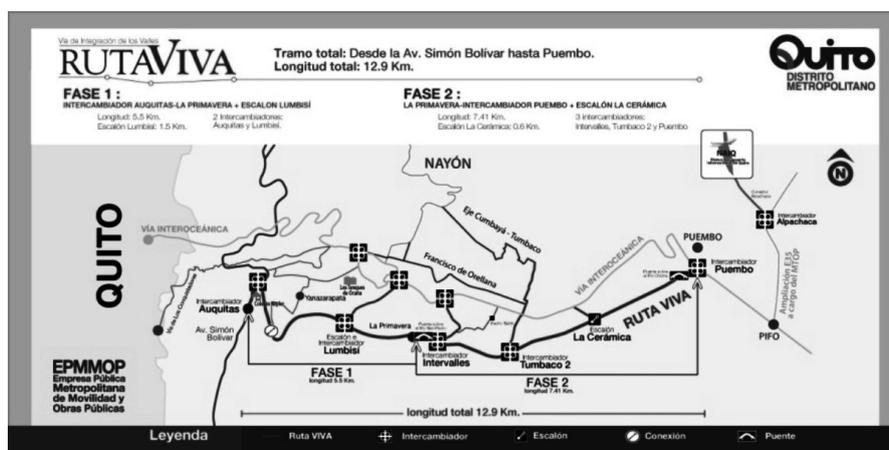


Figura 1. Accesos viales desde Quito hacia la parroquia de Tumbaco. Fuente: Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (2016).

Pese a la cercanía a Quito Metropolitano, este territorio no presenta la información necesaria para la toma de decisiones en el ámbito turístico, por lo que el presente estudio se enfocará en un diagnóstico de los elementos del sistema turístico, para definir algunas líneas sobre las cuales se podrá plantear, a futuro, un plan estratégico turístico de la parroquia.

En el proceso de investigación se analizaron documentos, de carácter público, elaborados por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parro-

quia de Tumbaco, que junto al Código Orgánico de Organización Territorial de Autonomía y Descentralización, marcan un parámetro sobre el cual el turismo deberá alinearse al vigente Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de Tumbaco. Estos suplen, en algo, la ausencia de estudios específicos que recopilen los elementos del sistema turístico de la parroquia.

Con estos antecedentes se realizó una profunda investigación de los elementos del sistema turístico, me-

diante un minucioso análisis de sus componentes (Cabanilla, 2013), se estudiaron los siguientes elementos:

- a) La oferta turística donde se integran los componentes: natural, hechos culturales, gastronomía, festividades y eventos, actividades recreacionales, vías de acceso, servicios básicos y servicios turísticos;
- b) La demanda turística, identificada mediante el componente consumidor y demanda;
- c) La comercialización, enmarcada en el componente promoción y comercialización; y,
- d) La superestructura donde se aglutinan los componentes de políticas administrativas e instituciones administrativas (Figura 2).

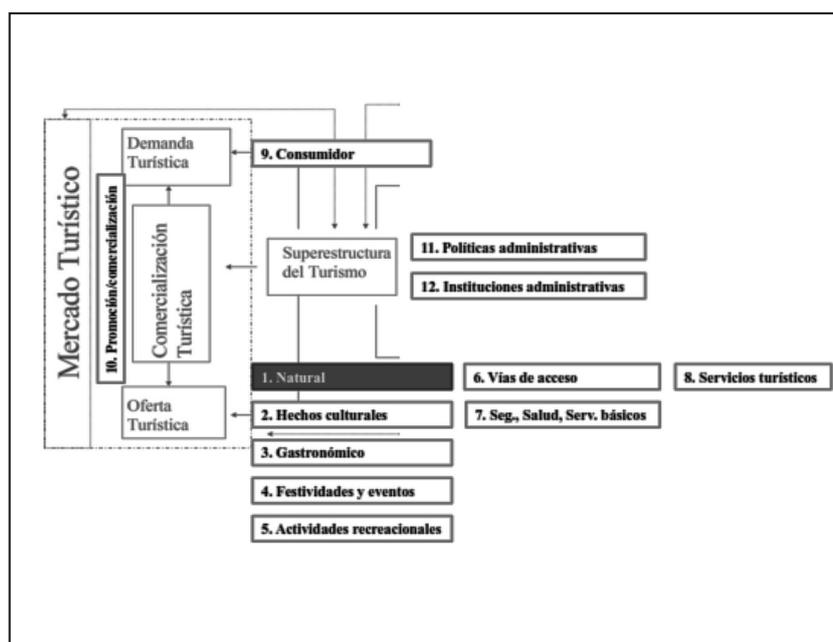


Figura 2. Estructura base para el levantamiento de los elementos del sistema turístico (Cabanilla, 2013).

2. Materiales y métodos

El diseño de la investigación es descriptivo, pues se ocupó de la representación de datos y características turísticas de la parroquia de Tumbaco. Su objetivo fue la adquisición de datos precisos y sistemáticos que se utilizaron para elaborar el diagnóstico. Se plantea como un caso de estudio donde se focaliza territorialmente a la parroquia de Tumbaco en una situación real. Describe el contacto del investigador con la realidad natural, cultural y económica del lugar estudiado. Es un informe concreto, fácil de analizar y reflexiona sobre sus hallazgos para elaborar el diagnóstico y sugerir lineamientos para el futuro plan de desarrollo turístico del lugar estudiado.

El método utilizado es mixto, que se define como la integración sistemática de los métodos

cuantitativo y cualitativo en un solo estudio, utilizado en este caso para configurar, lo más detalladamente posible, el sistema turístico de la parroquia estudiada. Para llevar a cabo el presente estudio se utilizaron fichas de campo, bitácoras y cuestionarios (entrevistas y encuestas) para el trabajo con los informantes calificados.

3. Resultados

3.1. Sistematización del levantamiento de los elementos del sistema turístico de Tumbaco

A continuación, en la Tabla 1 se muestra la información obtenida en el trabajo de campo, evaluada desde su posible utilización en el turismo.

Tabla 1. Elementos del sistema turístico de la parroquia de Tumbaco

Entorno	Elementos sistematizados	Características identificadas relacionadas al turismo
Componente Natural	Volcán Ilaló	Esta elevación de 3.168 msnm, es utilizada para senderismo y para ascensiones de baja intensidad. Su mirador es estratégico ya que se divisan los valles de Tumbaco y de Los Chillos.
	Río San Pedro Río Alcantarilla Quebrada de Viñán Río Chiche	La cuencas hidrográficas no son aptas para el uso turístico, por diversos temas como la contaminación de sus aguas.
	Flora del lugar	La flora es importante, tiene como recursos turísticos a los árboles nativos como: el guabo (<i>Inga insignis</i>), mora quiteña (<i>Rubus glaucus</i>) y ashpa chocho (<i>Lupinus pubescens</i>).
	Fauna del lugar	La fauna es diversa, pese a la urbanización agresiva de la parroquia, se destacan especies de aves como: pájaro brujo (<i>Pyrocephalus rubinus</i>), tórtola (<i>Zenaida auriculata</i>), golondrina (<i>Hirundo rustica</i>), mirlo (<i>Turdus fuscater</i>) y quilicos (<i>Falco sparverius</i>).
Componente Hechos culturales	Iglesia vieja	La primera construcción de esta iglesia fue en el año de 1674. La tradición oral de los tumbaqueños narra que la campana de la iglesia vieja fue fundida con piezas de oro que entregaron las pobladoras de ese tiempo por su gran devoción. Así mismo, cuenta esta tradición que los esposos de dichas mujeres estuvieron presentes durante la fundición de esos metales.
	La Cruz de Piedra	Data de inicios del siglo XVI, fue la primera ubicada en el sector, y muestra de eso es la inscripción que se encuentra en dicha cruz: “Esta cruz se acabó el 1 de junio de 1538, siendo cura vicario el Sr. Carlos Hecherría, constituida con limosnas” (GAD Tumbaco, 2015).
	La Cueva de Rafa	Este restaurante se constituye en un atractivo cultural por cuanto ofrece la oportunidad de comer a ciegas, en un entorno controlado que permite al visitante experimentar el proceso como lo hace una persona no vidente.
	La ruta ciclista del Chaquiñán	La ruta cubre un recorrido que inicia desde la parroquia de Cumbayá hasta llegar a Puembo, atravesando un total de 7 paradas que surcan el río Chiche y tres túneles de total oscuridad, que permiten las actividades de ciclismo y caminatas.
	El balneario municipal de Cununyacu	El balneario es usado para el disfrute de los habitantes de Tumbaco, así como para pobladores de la ciudad de Quito y de las demás parroquias rurales del valle. Es una construcción icónica del valle de Tumbaco por su antigüedad.
	La pesca San Isidro	La especie que se cría para la actividad de la pesca es la trucha (<i>Oncorhynchus mykiss</i>), dentro del centro se prestan las facilidades e instrumentos necesarios para que los turistas realicen la actividad con todas las seguridades del caso.
Componente Gastronómico	Variedad gastronómica	Se identificaron siete ofertas gastronómicas de relevancia en la parroquia, que son: <ul style="list-style-type: none"> - humitas - empanadas de viento con morocho - pan de leche - fritada - tripa mishqui - chicha de jora - dulce de frutilla Además, hay dos platillos que son muy apetecidos por el visitante, estos son: el cuy con papas y el cariucho.

Componente Festividades y eventos	La Inmaculada Concepción de Tumbaco	Esta es la principal fiesta de la parroquia de Tumbaco. Se celebra del 29 de noviembre hasta el 12 de diciembre de cada año. Los eventos que se realizan en este periodo son muy llamativos para los ciudadanos de las cercanías.
	Colla Raimy	Tiene un gran potencial cultural. La celebración de la fiesta es en el mes de agosto, donde se demuestra el acervo cultural que han conservado las comunas de Leopoldo N. Chávez y la comuna Central.
	San Pedro y San Pablo	La fecha clave de esta celebración es el 29 de junio de cada año, destaca por su alta representatividad cultural, destacándose los personajes que visten sus mejores galas y cumplen los diferentes rituales que en dicha fiesta se contemplan. Varios personajes propios de esta tradición salen a las calles vestidos de gala.
	La carrera del Chaquiñán	Un evento importante que se realiza en el campo deportivo es esta carrera de atletismo de 5 km, que lleva dos años de realización y atrae a deportistas de todo el país.
Componente Actividades recreacionales	Ciclismo	Los paseos, como el del Chaquiñán, permiten que los turistas lleguen a la parroquia por esta actividad y hagan uso de los diferentes servicios turísticos.
	Avistamiento de aves	Las aves de la parroquia son admiradas desde varios lugares como el mirador ubicado en el cerro Ilaló, los cuales por su cercanía son visitados por varias personas.
	Pesca deportiva	Las truchas son la principal especie que se utiliza en esta actividad. Es apetecida por los turistas nacionales y extranjeros.
	Natación	Los ciudadanos prefieren las aguas de origen fluvial por sus beneficios naturales, en este caso, para la natación dan preferencia al balneario de Cunuyacu.
	Campeonatos de fútbol	Los campeonatos de fútbol son un gran atractivo, sobre todo en torneos con parroquias y cantones periféricos.
Componente Vías de acceso	Acceso terrestre	La parroquia de Tumbaco posee diferentes vías de acceso terrestre, ya que ésta se encuentra al costado de uno de los accesos al nuevo Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre en Tababela.
Componente Seguridad, Salud, Servicios Básicos	Seguridad	La parroquia cuenta con apoyo interinstitucional de seguridad, tanto de la Policía Nacional, Bomberos, Secretaría Nacional de Riesgos y Cruz Roja, entidades que, tanto por su localización en el territorio como por su cercanía a Quito, brindan seguridad al turista.
	Servicios de Salud	La parroquia cuenta con 23 establecimientos de atención médica para el turista, entre ellos: dos centros de atención pública, una fundación y veinte consultorios privados.
	Servicios básicos	El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito brinda a la parroquia casi el 100% de servicios básicos tanto de energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, elementos indispensables para el funcionamiento de servicios turísticos.
	Otros servicios	La parroquia cuenta con cobertura de servicios de telefonía fija y móvil, así como el Internet vía banda ancha y fibra óptica.

Componente Servicios turísticos	Alojamiento	Se cuenta con 4 establecimientos hoteleros y extrahoteleros dentro de la parroquia. Aunque la capacidad de alojamiento es baja, su proximidad a Quito, solventa esta necesidad de sus visitantes.
	Alimentación	Existen cerca de 33 establecimientos de alimentación y bebidas, entre los que están cafeterías, heladerías y fuentes de soda, siendo este uno de los servicios turísticos con mayor demanda (Cabanilla, 2011).
	Transportación	Debido al buen estado de las vías de acceso terrestre se encuentran diferentes cooperativas de transporte público, cooperativas de camionetas y transporte intraparroquial.
	Otros servicios	Aparte, se cuenta con una discoteca, un balneario y cuatro agencias de viajes registradas en el Catastro Turístico Parroquial.
Componente Consumidor	Visitante nacional	El turista nacional que visita la parroquia está en edades entre los 18 y 45 años. Gusta de actividades recreativas, gastronómicas, y asistir a sus festividades.
	Visitante internacional	Gran cantidad de los turistas extranjeros que visitan la parroquia no se quedan a dormir en el territorio, pero gustan de actividades turísticas, como el ciclismo, el avistamiento de aves y la pesca deportiva.
Componente Promoción/ comercialización	Instituciones encargadas de la promoción	La Junta Parroquial se encarga de promocionar turísticamente sus recursos, sin embargo, la capacidad es muy limitada. A esto se suma las aisladas promociones del Municipio de Quito, que las realiza para las 33 parroquias rurales.
	Medios utilizados	La parroquia se promociona vía Web, revistas y un periódico local. La parroquia no cuenta con un infocentro o un mapa turístico de su territorio.
Componente Políticas administrativas	Políticas nacionales	Políticas nacionales que ayudan a la gestión turística de la parroquia son el PLANDETUR 2020, el Plan Nacional para el Buen Vivir, la Ley Orgánica de Turismo, entre otras, que no han sido ancladas a nivel local y no han sido utilizadas como soporte para proyectos de desarrollo en este sector.
	Políticas locales	La parroquia se rige a las ordenanzas del Municipio del DM de Quito, así como a los reglamentos que emite la administración parroquial, sin embargo, no hay ordenanzas locales sobre el funcionamiento del turismo.
Componente Instituciones administrativas	Públicas	Entre los entes administrativos que están inmiscuidos en el sector turístico en la parroquia están: el Gobierno Provincial de Pichincha, el Municipio de Quito y la Junta Parroquial, sin embargo, no han logrado establecer un trabajo mancomunado.
	Privada	La empresa privada vinculada con el turismo es especialmente gastronómica. Hay un abanico de otros sectores, especialmente comerciales, pero no están ligados con el lugar.
	Académico	Se encuentran dos universidades, una de carácter público, la Universidad Central, y otra privada, la Universidad de Especialidades Turísticas que han realizado trabajos puntuales de vinculación sobre el área.
	Comunitario	Existen dos comunidades legalmente organizadas: la comuna Central y la comuna Leopoldo N. Chávez que han mostrado interés por el desarrollo del turismo, pero no han logrado establecer un plan conjunto, ni individual.

3.2. Expectativa de la población turística frente al posible desarrollo del turismo

Para evaluar la expectativa del poblador local, en relación con el desarrollo de las actividades turísticas en la parroquia, fue necesario la aplicación de una encuesta realizada al azar a los habitantes de la parroquia de Tumbaco. Para la obtención de una in-

formación fehaciente se obtuvo una muestra con un grado de confiabilidad del 95%, margen de error de +/-5% y una varianza del 50% sobre una población de 49.944 habitantes, según el último Censo Nacional de Población de 2010 (INEC, 2010). Se obtuvo una muestra de 377 encuestas que fueron aplicadas en zonas públicas (Cabanilla, 2011), y cuyos datos demográficos se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Características demográficas de la muestra.

Género	El 57% corresponde al género masculinos y 43% al género femenino	Grupos de Edad	15-21 años 20% 22-35 años 54% 36 o más 26%
Actividad económica	19% estudios, 80% trabajo dependiente, 1% quehaceres domésticos		

Los principales resultados de este grupo demuestran que el 95% considera que su localidad tiene potencialidad para el turismo nacional, mientras que el 65% manifiesta que también puede ofrecer lugares para el turismo receptivo, especialmente en la zona rural. Así también, de acuerdo con sus observaciones manifiestan que las cinco principales actividades que realizan los visitantes en su territorio son: caminatas en el sector de Ilaló (19%), paseos en bicicleta (18%), consumo de alimentos y bebidas (15%), visitas culturales (12%) y pesca deportiva (9%).

Los lugares más visitados, según la opinión local, son: el cerro Ilaló, el cañón del río Chiche, el complejo turístico el Gran Marcelino, las piscinas de Cunuyacu y el ciclo paseo del Chaquiñán. Los habitantes consideraron, por unanimidad, que con un plan de desarrollo turístico, la parroquia se podría convertir en un destino de importancia para visitantes nacionales e internacionales.

Aunque hubo unanimidad en la potencialidad turística parroquial, el 80% lo perciben como un sector que beneficiaría a diversos sectores produc-

tivos locales, mientras que un 20% manifiesta que tan solo crearía mayor acumulación de capital en ciertos grupos de la población local. Finalmente, en una comparación con parroquias vecinas, manifestaron que la parroquia está en un término medio, detrás de Cumbayá y sobre Pifo o Puenbo.

Con los resultados obtenidos mediante el levantamiento de información y para un mejor análisis se realizó una matriz FODA, que se describe en el apartado 3.3.

3.3. Evaluación FODA de los elementos estudiados

Con todos los elementos compilados, en el trabajo de campo y en las encuestas a los pobladores locales, se procedió a elaborar un diagnóstico de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del turismo en Tumbaco (Tabla 3). De este trabajo se procedió a elaborar un mapa de objetivos estratégicos “ofensivos y defensivos” de cada uno de los componentes analizados.

Tabla 3. FODA del sistema turístico de la parroquia de Tumbaco.

COMPONENTES:	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
Componente natural	F1 Está ubicado en las faldas del cerro Ilaló, alberga flora y fauna de interés para la observación e interpretación.	O1 Utilizar los proyectos que se generan en beneficio del ambiente y la ecología por parte del municipio, gobierno provincial y organismos no gubernamentales.	D1 Las cuencas y micro-cuencas se encuentran contaminadas, inútiles para el uso turístico y factor de riesgo para la contaminación.	A1 Incendios forestales provocados, catástrofes naturales y vulnerabilidad frente a riesgos climáticos.
Componente hechos culturales	F1 Cuenta con atractivos culturales diversos y de gran importancia histórica.	O1 Enmarcarse en proyectos de revitalización cultural auspiciados por diversas instituciones.	D1 Deficiente turistificación de los recursos culturales de la parroquia.	A1 Invisibilidad de lo cultural dentro del territorio.
Componente gastronómico	F1 Elementos culinarios de gran relevancia y muy atractivos para los visitantes.	O1 Mayor movilización de visitantes por el tema gastronómico.	D1 No hay restaurantes especializados en comida tradicional del lugar para la oferta turística.	A1 Lugares de proximidad pueden absorber la oferta gastronómica de este territorio e inclusive apropiarse de esta.
Componente festividades y eventos	F1 Festividades tradicionales con gran potencial turístico, abiertas a los visitantes, dentro de los barrios y las comunas de la parroquia.	O1 Existe mayor movilidad por concurrir a eventos y festividades en el área rural.	D1 Inexistencia de espacios adecuados para la socialización de estos eventos o festividades.	A1 Otras comunidades tienen fiestas y eventos similares con mejor posicionamiento y mayor promoción.
Componente actividades recreacionales	F1 Oferta diversificada de actividades recreacionales.	O1 Puesta en valor de los lugares aptos para actividades recreacionales.	D1 Deficiencia en personal capacitado para la gestión, implementación y difusión de estas actividades.	A1 Parroquias aledañas con similar oferta.
Componente vías de acceso	F1 Red vial en excelente estado para el acceso hacia la parroquia por la vía Interoceánica, así como por la nueva <i>Ruta Viva</i> que conduce hacia el aeropuerto Mariscal Sucre.	O1 Paso estratégico para movi­lidades entre el aeropuerto internacional, el Santuario de El Quinche, Papallacta, entre otros destinos turísticos.	D1 Sectores alejados de la vía principal, tienen vías de menor calidad y, en algunos casos, de difícil acceso vehicular.	A1 Tráfico intenso debido al continuo paso de vehículos, tanto livianos como pesados, que viajan a diferentes lugares del país.
Componente seguridad, salud y servicios básicos.	F1 Buena cobertura de servicios básicos e instituciones que garantizan la seguridad del visitante.	O1 Para casos especiales proximidad de servicios especializados en parroquias aledañas.	D1 Cerca del 2% de la población se encuentra exenta de la cobertura de servicios como alcantarillado y recolección de basura.	A1 Epidemias e inseguridad causada por riesgos naturales.
Componente servicios turísticos	F1 Existencia de servicios de alimentación, alojamiento y transporte.	O1 Fortalecimiento de servicios existentes y política de auspicio a nuevas inversión-es.	D1 No hay control sobre los servicios turísticos, como por ejemplo, el de alojamiento que se oferta para uso por horas.	A1 Parroquias aledañas que desarrollan proyectos turísticos de calidad.

Componente consumidor	F1 Afluencia de recreacionistas, turistas nacionales e internacionales.	O1 Sistema estadístico de seguimiento y control de satisfacción del visitante.	D1 Desconocimiento de las motivaciones de los turistas que visitan la parroquia con regularidad.	A1 Competencia de productos similares en parroquias aledañas.
Componente promoción comercialización	F1 La parroquia cuenta con una revista periódica trimestral en la cual se difunde la información de diferentes temas, entre ellos el turismo.	O1 Utilizar redes sociales y medios de comunicación alternativos.	D1 Información básica en los portales Web e impresos. No existe una investigación turística eficiente.	A1 La información turística de otras parroquias podría invisibilizar a Tumbaco.
Componente políticas administrativas	F1 Política nacional y cantonal de desarrollo al turismo.	O1 La legislación actual motiva a la inversión extranjera de proyectos en sectores estratégicos como el turismo.	D1 No existen políticas propias de la parroquia para mejorar o incentivar el desarrollo de las actividades turísticas.	A1 La legislación ecuatoriana con constantes cambios e inestabilidad.
Componente instituciones administrativas	F1 Apoyo por parte de entidades gubernamentales, instituciones educativas y empresa privada a ciertas actividades turísticas.	O1 Las autoridades del Estado por medio del cambio de matriz estratégica están dispuestos a apoyar actividades sustentables como el turismo.	D1 Insuficiente apoyo para el desarrollo integral en materia turística de la parroquia.	A1 El municipio de Quito prioriza otras parroquias.

Los objetivos estratégicos fueron la base para exponer los parámetros a considerar en una planifi-

cación turística de la parroquia, que se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Parámetros de una estrategia turística de la parroquia de Tumbaco.

En lo natural:	Recuperar y mantener la flora y fauna insigne del territorio, en lugares como el cerro Ilaló y sus alrededores, como punto estratégico para ecoturismo.
	Ejecutar campañas de concientización sobre la convivencia armónica con el medio ambiente.
Sobre los hechos culturales:	Asignar valor turístico a los recursos culturales insignes de la parroquia.
	Promocionar los recursos turísticos culturales del territorio, para que sean incluidos en circuitos organizados de visita.
En lo gastronómico:	Incentivar, mediante beneficios catastrales, la adopción de un menú que contenga los platos representativos del lugar.
	Promover encuentros y ferias gastronómicas, auspiciados por los servicios de alimentos y bebidas de la parroquia, para promocionar la oferta local.

Sobre la festividades y eventos:	Crear un comité de gestión para las festividades existentes en la parroquia, encargado de la logística, ejecución, monitoreo y evaluación de estas actividades.
	Difundir en portales y redes sociales la oferta de festividades y eventos de la parroquia.
En las actividades recreacionales:	Difundir las actividades recreacionales en agencias de viajes y alojamientos cercanos, para que sean ofertados a sus clientes como una alternativa para prolongar su estancia.
	Incentivar la innovación en los servicios recreativos ofertados en la parroquia y, mediante esta acción, ofertar servicios que atraigan al visitante.
En las vías de acceso:	Implementar una estrategia de señalización turística en las vías, con acciones BT ^a (<i>below the line</i>) que sean llamativas.
	Implementar una red vial en los sectores alejados, con la debida señalética, para facilitar el acceso a otros puntos que podrían desarrollar servicios y actividades turísticas.
Componente seguridad, salud, servicios básicos	Coordinar mingas para el mantenimiento de las redes de servicios básicos y así precautelar la calidad y funcionamiento de los mismos.
	Desarrollar en la parroquia de Tumbaco un proyecto de sostenibilidad ambiental en las quebradas y vertientes naturales junto a un programa de manejo de desechos, para que estos no sean arrojados en estos lugares.
Componente servicios turísticos	Crear un catastro real con los establecimientos registrados que brindan servicios turísticos en la parroquia.
	Implementar una campaña de capacitación e innovación turística, para que se desarrollen mejoras en los servicios turísticos y aumente el emprendimiento local.
Componente consumidor	Realizar un estudio de demanda en las fiestas patronales de Tumbaco para lograr establecer un perfil real del turista con el objetivo de direccionar la oferta turística al segmento determinado.
	Crear un sistema estadístico que permita la estimación trimestral de los turistas que se dan cita a Tumbaco y sus atractivos.

Componente promoción/ comercialización	Construir una marca turística participativa en la que se promocióne a la parroquia en los mercados objetivos.
	Promocionar en canales ATL (<i>above the line</i>) ^b y BTL (<i>below the line</i>) a la parroquia de Tumbaco.
Componente políticas administrativas	Establecer un código de ordenanzas que apoyen la reglamentación turística en estas actividades, para controlar de manera eficiente los procesos de esta índole.
	Realizar talleres semestrales de actualización legislativa para los prestadores de servicios y pobladores interesados.
Componente instituciones administrativas	Diseñar de manera conjunta entre el gobierno parroquial y otras instituciones la gestión de micro proyectos que permitan el emprendimiento e innovación turística en la parroquia.
	Promover convenios interinstitucionales para la capacitación y gestión del turismo dentro de la parroquia.
<p>^a Se puede definir el concepto BTL como una serie de técnicas y prácticas publicitarias que intentan crear nuevos canales de comunicación entre la marca y el consumidor. Las siglas BTL (<i>below the line</i> - debajo de la línea) hacen referencia a las prácticas no masivas de comunicación dirigidas a segmentos específicos del mercado. Para esto se intenta utilizar formas impactantes, creativas y sorprendentes que establezcan formas novedosas de contacto para difundir un mensaje publicitario (Red gráfica latinoamericana en http://redgrafica.com/El-concepto-BTL).</p> <p>^b Término que describe todo tipo de publicidad realizada por un anunciante en medios masivos, y generalmente con contenido editorial. Es decir, televisión, revistas, cine, diarios, radio y exteriores. (Revista Merca2.0 en http://www.merca20.com/atl-above-the-line-publicidad/).</p>	

4. Conclusiones

La proximidad periférica de esta parroquia a un destino turístico como es la ciudad de Quito, es una ventaja geográfica que puede ser aprovechada para descentralizar flujos turísticos y brindar alternativas complementarias al producto turístico cultural de la capital del país. Existe la receptividad de

la población al turismo y hay un capital social que desea integrarse en nuevos emprendimientos y actividades turísticas de la zona. Para concretar esta aproximación, del territorio al turismo, se recomienda explorar algunos ejes estratégicos producto del levantamiento y diagnóstico de los elementos del sistema turístico de Tumbaco que han sido propuestos en esta investigación.

Referencias

- Cabanilla, E. (2013). *Turismo comunitario: del diagnóstico al plan de negocios*. Bahía Blanca-Argentina: Licencia Creative commons atribución.
- Cabanilla, E. (2011). Metodología para elaborar un estudio por encuestas de la satisfacción del turista: aplicación Quito, Ecuador. *RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir* (2), 8-26.
- Cabanilla, E. (2011). Tendencias de consumo de alimentos y bebidas en Cumbayá-Tumbaco. *RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir* (2), 53-72.
- Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas. (2016). *Mapa Ruta Viva*. Recuperado de: www.epmmop.gob.ec
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Tumbaco. (2012). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Tumbaco 2012 - 2025*. Quito.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Tumbaco. (2015). *Iglesias y capillas*. Quito. Recuperado de: <http://www.tumbaco.gob.ec/web/turismo/lugares-que-visitar/iglesias-y-capillas>.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Tumbaco. (2015). *Página oficial de Tumbaco*. Quito: Autor. Recuperado de: <http://www.tumbaco.gob.ec/web/turismo/lugares-que-visitar/balneario-municipal-cununyacu>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Tumbaco. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Quito.
- Molina, E., & Cabanilla, E. (2015). *Posicionamiento de destinos turísticos: propuesta de modelo de gestión territorial*. XII jornadas de investigación acción en turismo. Universidad nacional de Comahue.
- Portón del Valle. (2014). *Ruta Collas - nuevo aeropuerto*. Quito: Recuperado de: <http://www.portondelvalle.com/ruta-collas-nuevo-aeropuerto/>
- Wikimedia. (2015). *Mapa parroquia de Tumbaco*. Quito: Recuperado de: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa_Parroquia_Tumbaco_\(Quito\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mapa_Parroquia_Tumbaco_(Quito).svg)

Instrucciones para autores

Las contribuciones no deben exceder las 5.000 palabras, incluyendo referencias, tablas y figuras. Las contribuciones deben seguir la siguiente estructura:

Página de título

Debe incluir la siguiente información:

- El título del artículo en español e inglés
- Una lista con los nombres de los autores (sin rangos ni grados académicos), sus afiliaciones.
- El nombre completo y la información de contacto del autor de correspondencia.

Resumen

Debe describir de forma breve el objetivo del estudio, sus principales resultados y conclusiones. El resumen debe ser fácilmente comprensible para todos los lectores de la revista, incluso para los no especialistas y no debe exceder de 250 palabras. No debe incluir citas bibliográficas ni siglas.

Palabras clave

Deben reflejar el contenido preciso del manuscrito y no deben coincidir con las del título. Deben incluirse cinco palabras clave.

Abstract

Debe reflejar fielmente el contenido del resumen.

Keywords

Deben ser consistentes con las palabras clave.

1. Introducción

Debe reflejar el problema de investigación y el contexto en el que ocurre; justificar la investigación enfatizando las razones que la motivaron; y, plantear los objetivos y las hipótesis de estudio de ser el caso. Esta sección debería terminar con un breve enunciado de lo conseguido a través del estudio.

2. Materiales y Métodos

Esta sección debe iniciar con una descripción pertinente del área de estudio. Se explica brevemente los materiales y métodos utilizados durante la parte experimental o la fase de campo/laboratorio del estudio. Los materiales utilizados y su uso se incluyen en el texto. ¡¡No se debe crear una lista de materiales!!

3. Resultados

Los resultados se pueden presentar solos o combinados con la discusión (Resultados y discusión). Esta sección debe hacer uso efectivo de Tablas y Figuras para explicar los resultados. Las Tablas y Figuras deben ir numeradas con números arábigos y ser referenciadas en el texto.

4. Discusión

En la sección de Discusión el autor debe enfatizar sobre la importancia de los resultados, situándolos en el contexto de estudios previos. Esta sección debe concluir con una explicación clara y convincente de los resultados desde una perspectiva de su uso práctico.

5. Conclusiones

Se debe indicar de manera definitiva, resumida y exacta las aportaciones concretas al conocimiento, respaldadas por los resultados demostrables y comprobables del estudio. Las conclusiones deben limitarse a los resultados obtenidos y no deben presentar argumentos basados en suposiciones o conjeturas.

Referencias

En concordancia con la política institucional, las citas y las referencias deben ceñirse a las normas APA 6ta edición:

Libros

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Gonzalez, L. A., Tablada, E. M., Díaz, M. d. P., Robledo, C. W., & Balzarini, M. G. (2008). *Estadística para las Ciencias Agropecuarias*. Córdoba, Argentina: Universidad de Córdoba.

Capítulos en libros

Isch, E. (2010). La acumulación en el agro: una realidad presente que no queremos en el futuro. *Tierra y Agua: Interrelaciones de un acceso inequitativo* (pp. 25-34). Quito, Ecuador: SIPAE.

Revistas científicas

Ail-Catzim, C., García-López, A., Troncoso Rojas, R., González-Rodríguez, R., & Sánchez-Segura, R. (2015). Insecticidal and repellent effect of extracts of *Pluchea sericea* (Nutt.) on adults of *Bemisia tabaci* (Genn.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 21(1), 33-41.

Tesis

Caguana, M. (2008). *Impactos de la migración sobre el sistema andino tradicional, expresión de un capital social: El caso de las parroquias de Juncal, Ingapirca y el cantón El Tambo*. (Master on Public Policies Thesis (MSc)), FLACSO, Cañar, Ecuador.

Base de datos

INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda*.

Reporte

Miluka, J., Carletto, G., Davis, B., & Zezza, A. (2007). *The Vanishing Farms? The Impact of International Migration on Albanian Family Farming*. Washington D.C.: World Bank.

Tablas

Las Tablas deben ser situadas dentro del texto en un pasaje apropiado, deben ser ubicadas consecutivamente en el texto y numeradas con arábigos (Tabla 1, Tabla 2, etc.). Los encabezados de cada Tabla deben ser concisos y reflejar el contenido de la misma.

Figuras

Todas las ilustraciones incluyendo mapas, esquemas y fotografías entran en la categoría de Figuras y se citan consecutivamente en el texto con numerales arábigos (Figura 1, Figura 2, etc.). Todas las figuras deben presentarse en blanco y negro o escala de grises.



Esta edición que consta de 500 ejemplares en papel bond de 75 grs., se terminó de imprimir el 7 de octubre de 2016, siendo Rector de la Universidad Central del Ecuador el señor Dr. Fernando Sempértegui Ontaneda, y Directora de Comunicación y Cultura Ivanova Nieto Nasputh.