

CONTENIDO

ECONOMÍA AGRÍCOLA

Carlos Nieto, María Belén Lescano & Monserrath Mejía

Influencia de la aptitud natural de uso del suelo en la pobreza y desnutrición de la población rural en la provincia de Cotopaxi, Sierra Centro del Ecuador

1-20

Christian Tamayo, Randon Ortiz & Darío Cepeda

Sistemas de producción campesinos y gestión social del riego: el caso de la acequia Mocha-Huachi

21-30

Cristian Vasco, Carolina Sánchez, Víctor Hugo Abril, Karina Limaico, David Eche, Gioconda García

Motivaciones para el consumo de productos agroecológicos en Quito

31-38

AGRONOMÍA

Maria Yumbra Orbes, Nicolás Ignacio Stahringer & José Geraldo Barbosa

*Influence of different cultivation systems in stem quality and macronutrient characteristics in *Solidago canadensis**

39-50

Darwin Caina, René Carillo & Marcelo Carrillo

Técnicas de Visión Computacional para determinar el estado fitosanitario en plantaciones de brócoli

51-58

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

Jorge Simón Pérez de Corcho Fuentes, Miguel Herrera Suárez, Ramiro José Vivas Vivas, Gioconda García, Rodrigo Valdiviezo

La mecanización agrícola: campo de acción de la ingeniería agronómica

59-65

FITOMEJORAMIENTO

Alfonso Vasco Medina, Carlos Saenz Morales, Sonia Vasco Mora & Diana Vasco Mora

*Comportamiento agronómico y variación económica de híbridos de maíz cristalino duro (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del Litoral ecuatoriano*

66-75

POSCOSECHA

Andrea Aldáz, Nicola Mastrocola, Juan Pazmiño, Juan León & Valdano Tafur

*Efecto del 1-metilciclopropeno en la inhibición del etileno durante la maduración de babaco (*Vasconcellea x heilbornii* var. *Pentagona*)*

76-80

<i>NUTRICIÓN VEGETAL</i>	
Francisco Gutiérrez, René Alcoser, Gabriel Macías, Arnulfo Portilla & José Espinosa <i>Omisión de nutrientes y dosis de nitrógeno en la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso de nitrógeno de raigrás diploide perenne (Lolium perenne)</i>	81-92
Gustavo Alfonso, Soraya Alvarado-Ochoa & Yamil Cartagena <i>Evaluación de deficiencias nutricionales en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) bajo invernadero</i>	93-109
<i>SUELOS</i>	
Carmen Calva & José Espinosa <i>Efecto de la aplicación de cuatro materiales de encalado en control de la acidez de un suelo de Loreto, Orellana</i>	110-120
<i>TURISMO ECOLÓGICO</i>	
Tatiana Lissette Chuquizala-Kohls & Bertha Cecilia Jaramillo-Moreno <i>Plan de Promoción Turística para el cantón San Lorenzo del Pailón, provincia de Esmeraldas</i>	121-130
Danny Fernando Chiriboga Barba, Deicy Magaly Patiño Cabrera, Anibal Gonzalo Fuentes Moreno & Fabián Camilo Tapia Novillo <i>Evaluación de Impactos del turismo bajo la metodología de límites de cambios aceptables: Área de conservación Mashpi – Guaycuyacu – Saguangal</i>	131-140
Edison Molina, Patricia Ercolani & Guillermo Ángeles <i>La planificación del espacio público de ocio como oferta para el residente y el visitante de la ciudad de Quito</i>	141-148
Edison Molina, Guillermo Ángeles & Patricia Ercolani <i>El perfil del residente en la práctica de las actividades de ocio en el espacio público de Quito</i>	149-171
William Andrés Arteaga-Chávez <i>Diversidad de aves del campus universitario de la Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador</i>	172-182
<i>Instrucciones para autores</i>	183-185

Influencia de la aptitud natural de uso del suelo en la pobreza y desnutrición de la población rural en la provincia de Cotopaxi, Sierra Centro del Ecuador

Influence of the natural aptitude of land use on poverty and undernourishment of the rural population at Cotopaxi province, Central Highlands of Ecuador

Carlos Nieto C.^{1,2}, María Belén Lescano R.², Monserrath Mejía S.²

✉ : desdeelsurco@gmail.com

*1 Carrera Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador,
2 Escuela de Ciencias Geográficas, Facultad de Ciencias Humanas,
Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.*

Resumen

Se tomó como antecedente la preponderancia sistémica de la pobreza de la población rural sobre la urbana, avalada por las estadísticas nacionales y se propuso como objetivo central, determinar la correlación entre la aptitud natural de uso del suelo, incompatible con su uso productivo actual, con la pobreza y desnutrición de la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi; bajo la premisa de que la principal actividad productiva de la población es la agricultura. Se aplicó el modelo de correlación de Spearman, dado que las variables utilizadas no garantizan normalidad para aplicar un modelo lineal; se trabajó con los datos de las 33 parroquias rurales de la provincia, excluyendo a las parroquias urbanas, por sus dinámicas productivas diferentes de la producción primaria. Los resultados revelaron que la pobreza y desnutrición de la población rural están en relación directa con la ocupación de la población en agricultura y el uso incorrecto del suelo, contrapuesto con la aptitud natural de uso. Efectivamente, los mayores niveles de pobreza y desnutrición se concentran en la población de las parroquias cuyos territorios muestran la menor aptitud natural para producir cultivos, pero que al mismo tiempo se ocupan mayoritariamente en la actividad agrícola, (más del 60%, en promedio de la población rural se ocupan de la agricultura). La conclusión principal fue que la actividad de producción primaria en la mayoría del territorio rural de la provincia de Cotopaxi, además de no generar los ingresos suficientes para garantizar una vida digna de las familias, produce una espiral de degradación ambiental en cada ciclo agrícola, que reduce la capacidad productiva de los suelos, con la consecuencia obvia del empobrecimiento sistemático de la población involucrada, amén de su inseguridad alimentaria

Palabras clave: aptitud natural de uso del suelo; uso actual del suelo; producción primaria; pobreza rural; desnutrición rural.

Abstract

It was taken as an antecedent the systematic primacy of the poverty of the rural population over the urban population, validated by the national statistics, to analyze how the natural aptitude of land use, inconsistent with the current productive use, influences in poverty and undernourishment of the population of the rural parishes of Cotopaxi province; under the premise that the main productive activity of this population is agriculture. The Spearman statistical method of correlation was applied to determine the relationship between the natural aptitude of land use and current land use, with poverty and undernourishment of the rural population.

The correlation analysis was applied to the 33 rural parishes, excluding urban, since their productive activities are not the primary production. The results show that poverty and undernourishment of the rural population are directly correlated with the main activity of the population in primary production and the inappropriate use of land, contrary to the natural aptitude of use, which is not agriculture. In consequence, the highest rates of poverty and undernourishment are concentrated in areas with lowest natural aptitude of land use for agriculture, but at the same time, most of those areas are dedicated to agricultural activities (more than 60% in average). The main conclusion was that the primary production activities at majority of the rural areas of the Cotopaxi province, do not generate enough income to improve the life of the involved families and simultaneously cause environmental degradation, putting in threat the food security of the population and increasing their poverty and undernourishment.

Keywords: natural aptitude of land use; current land use; primary production, rural poverty; rural undernourishment.

1. Introducción

América Latina no ha logrado todavía los resultados esperados del proceso de búsqueda del desarrollo con equidad social, probablemente por la articulación deficiente entre el crecimiento económico, la calidad de vida de la población y los límites estructurales que impiden el logro de la sustentabilidad en la gestión ambiental (SENPLADES, 2013). Ecuador es un ejemplo de la falta de desarrollo con equidad en América Latina, especialmente en el área rural, puesto que el país muestra altos niveles de pobreza y desnutrición de la población en los territorios rurales, lo cual es muy visible en la Sierra central, que son territorios ocupados principalmente por pueblos indígenas, (Larrea, Landín, Larrea, Wrborich, & Fraga, 2008). Los pueblos indígenas y campesinos se han caracterizado por altos índices y evidencias históricas de pobreza, debido a sus pocas oportunidades de trabajo productivo, al poco acceso a tierras con aptitud de uso agrícola, a la erosión y degradación progresiva de las mismas y a su ubicación en un ecosistema frágil, como es el páramo (SENPLADES, 2013). En consecuencia, estas poblaciones padecen no solamente de pobreza sino de inseguridad alimentaria, a pesar de que aparentemente cuentan con los recursos naturales necesarios para su subsistencia (FAO, 2014).

Desde un enfoque ambiental, el “desarrollo rural” aparece como el justificativo principal de los altos niveles de intervención en los recursos naturales locales, y de alguna forma se ha validado el accionar de los campesinos e indígenas, que obligados por la falta de oportunidades, acrecientan la extracción y sobreuso de los recursos, principalmente del suelo, para lograr “cosechas”, provocando deterioro ambiental, que compromete aún más su capacidad productiva, (Falconí, 2013). A pesar del apoyo histórico

del Estado, a través de políticas y estrategias para impulsar el desarrollo de los sectores rurales, como: acceso al crédito, subsidios en insumos para la producción primaria, o capacitaciones, no se han dado los resultados esperados y el nivel de pobreza rural continúa incrementándose. En otros casos, erróneamente, se ha creído que la pobreza está relacionada con las dificultades que tiene la población rural para acceder a los mercados; esto ha influenciado para implementar políticas de acceso y participación en los mercados nacionales y transnacionales como medio para facilitar el desarrollo rural, (Terán, 2007), desafortunadamente los resultados no han sido los esperados, entre otros factores, por la capacidad limitada de oferta de bienes transables, la baja calidad de la oferta y la participación limitada de los actores, especialmente de las poblaciones rurales de la Sierra ecuatoriana, en las opciones de comercio.

El poco avance en la superación de la pobreza que se evidencia a pesar de las tantas intervenciones estatales y no estatales en el sector rural ecuatoriano es posiblemente debido a que no se ha logrado profundizar en las causas estructurales de pobreza y desnutrición de los pueblos rurales, principalmente de los sectores indígenas, (Nieto C, 2014) y, se ha insistido en que la superación de la pobreza se puede lograr con políticas y propuestas de carácter asistencialista. Una de las causas-problema estructurales de la pobreza rural, es sin duda la actividad ocupacional de la población “la agricultura”, la que se hace en condiciones desfavorables de suelo y clima; entonces los resultados son deprimidos y la consecuencia, la pobreza sistémica de las poblaciones involucradas, “los agricultores”. En este contexto, se utilizó los territorios de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi como unidades de estudio, y la actividad principal generadora de ingreso de la población “la producción primaria”, como variable de

estudio, para indagar la correlación entre la aptitud natural de uso del suelo y la pobreza y desnutrición de la población, bajo la premisa de que su actividad principal generadora de ingresos es la agricultura.

Se cree que la aptitud natural de uso del suelo, el uso actual productivo del suelo y la actividad productiva de la población (la agricultura), tienen influencia directa en la pobreza y desnutrición de la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi. Por ende, el objetivo de esta investigación fue, estudiar la influencia de la aptitud natural de uso del suelo, incompatible con el uso actual productivo del suelo, en la pobreza y desnutrición de la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi. Y la hipótesis fue: “La aptitud natural de uso del suelo, el uso actual productivo del suelo y la actividad productiva de la población (la agricultura), tienen influencia directa en la pobreza y desnutrición de la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi”.

2. Materiales y métodos

La investigación fue de carácter analítico y descriptivo. Se tomó como área de estudio a las 33 parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi. Se aplicó el método inductivo; es decir, a partir de la realidad encontrada para las parroquias rurales, se infirió la realidad provincial. La información básica útil para la investigación se adquirió de diversas fuentes oficiales: i). Del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC, se tomó la información de ocupación por rama de actividad y de Pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas, NBI, para los años 1990, 2001 y 2010; ii). Del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, MAGAP, se tomó la información cartográfica de cobertura para aptitud natural de uso del suelo, a escala 1:250.000, del año 2004, y la cobertura de uso actual del suelo a escala 1:100.000, de los años 1990, 2008 y 2014 y; iii). Del Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE, se tomó la información sobre la desnutrición crónica de la población menor a cinco años, del año 2010. La investigación se desarrolló en cuatro etapas independientes pero complementarias entre sí:

1. La recopilación, ordenamiento y análisis y de los datos de pobreza, desnutrición crónica y actividad productiva principal (agricultura) de la población de las parroquias rurales en estudio. Además, la caracterización y análisis y de

las poblaciones parroquiales involucradas por: sexo, edad, etnia, nivel de instrucción y Población Económicamente Activa, PEA;

2. La recopilación ordenamiento y análisis de la información sobre las coberturas de aptitud natural de uso y uso actual del suelo, de los territorios de las parroquias en estudio. Para esto, se dividió a los territorios parroquiales en cuatro categorías: aptitud para cultivos, aptitud para pastos y ganadería, aptitud para bosques y conservación, y aptitud para otros usos (cuerpos de agua, tierras urbanas y en infraestructura pública). Los datos en unidades de superficie se pasaron a porcentajes de área, para facilitar el análisis de correlación.
3. El análisis de correlación se realizó con las variables que se presentan en la Tabla 1. Se aplicó el modelo de correlación de Spearman, debido a que es un modelo no paramétrico o de distribución libre, que no requiere que los datos tengan distribución normal bivariada; pero los resultados se pueden interpretar de forma análoga a los resultados que provienen del coeficiente de correlación de Pearson, como datos que exhiben distribución normal (Sánchez, 2015). Se utilizó el software “Statistical Product and Service Solutions”, SPSS, del cual se obtuvieron los coeficientes de correlación, su significación estadística y los gráficos de dispersión simple respectivos. El modelo de correlación de Spearman aplicado y una sucinta explicación de su estructura es el siguiente:

Si X_i^r e Y_i^r son los valores transformados del par (X_i, Y_i) , a partir de los rangos de X y de Y, $R(X)$ y $R(Y)$; entonces, se define $d_i = X_i^r - Y_i^r$, luego el coeficiente de correlación se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (1)$$

En donde: $6 \sum_{i=1}^n d_i^2$, es la multiplicación de 6 por la sumatoria de los valores d_i ; en donde: n es el número de datos de X e Y; y r_s es el coeficiente de correlación, (Balzarini, y otros, 2011).

Para la determinación de la significación estadística se utilizaron los valores críticos de la correlación de Pearson, con n-2 grados de libertad.

4. Se realizó trabajo de campo para observar, fotografiar y corroborar la situación actual de las poblaciones rurales en el área de estudio, en cuanto a sus condiciones de vida, actividades productivas, estado de los recursos naturales y uso actual del suelo.

$$Y = \beta_i X_i + \epsilon_i \quad (2)$$

Donde Y es el logaritmo natural del gasto mensual en productos agroecológicos de un individuo i, X es un vector de variables dependientes, las cuales

serán detalladas a continuación, β es un vector de coeficientes cuya dirección y magnitud son el objeto de este estudio y ϵ es el error de la regresión.

El gasto en productos agroecológicos fue modelado como una función de la edad de un individuo, su género, su estado civil, su posición en el hogar, el número de años de educación formal que haya acumulado, su ingreso anual y el número de integrantes del hogar del cual proviene. La Tabla 1 muestra las variables, su definición y sus estadísticas descriptivas.

Tabla 1. Grupos de variables independientes y dependientes para el análisis de correlación, que se aplicaron con las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi.

Grupo	Variable Independiente	Variable Dependiente
1	Superficie apta para cultivos (%)	Superficie actual en cultivos (%)
	Superficie apta para pastos (%)	Superficie actual en pastos (%)
2	Superficie apta para cultivos (%)	Pobreza por NBI (% de la población)
	Superficie apta para cultivos (%)	Desnutrición crónica (% de la población)
3	Actividad principal agricultura (% de la población)	Actividad principal agricultura (% de la población)
	Pobreza de la población (% por NBI)	Pobreza por NBI (% de la población)
4	Superficie apta para cultivos (%)	Desnutrición crónica (% de la población)
	Superficie apta para pastos (%)	Superficie en transgresión por uso en cultivos (%)
		Superficie en transgresión por uso en pastos (%)

3. Resultados

3.1 Características demográficas de la población rural de la provincia de Cotopaxi

Con base en los datos del censo de población y vivienda del 2010, se encontró que en la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi hay una ligera predominancia del sexo femenino, con 51,2% de la población, sobre el masculino con 48,8%, (INEC, 2010), lo cual podría significar un desbalance de nacimientos o sobrevivencia en favor del sexo femenino, pero también podría ser una evidencia de que los hombres emigran con más frecuencia que las mujeres, en busca de opciones de ocupación para mejorar los ingresos familiares. El grupo de edad más representativo dentro de la composición de las familias rurales fue la PEA, (de 15 a 65 años de edad), con 55,8%, seguido por el grupo de niños y adolescentes, (menor a 15 años de edad), con 35,7%; mientras que el grupo minori-

tario fue el adulto mayor, (mayores a 65 años), que apenas representa el 8,5% de la población rural de Cotopaxi. Esto podría ser un indicador positivo de la disponibilidad de mano de obra en las comunidades, pero lamentablemente subutilizada, por las pocas oportunidades de actividades productivas rentables encontradas en el área de estudio. En cuanto a la composición étnica de la población estudiada, se encontró la preponderancia de dos etnias: la mestiza que representa el 72% de la población y la indígena, con 22%, aproximadamente, el 6% restante estaría repartido entre otras etnias. Cabe recalcar que, la distribución de la población por etnia es para la población de la provincia, incluyendo la población urbana. La distribución étnica entre y dentro de parroquias no es uniforme, pero hay parroquias en las cuales se ha observado preponderancia de la población indígena, por ejemplo: Angamarca, Cochapamba, Zumbahua, Guangaje, Chugchillán, Pilaló y Ramón Campaña, aunque no se dispone de estadísticas oficiales que lo confirmen.

Por otra parte, se encontró que el nivel de instrucción de la población rural estudiada es visiblemente bajo. El 42% de la población tiene apenas instrucción básica de nivel primario; el 37% de la población ha cursado el nivel secundario, y solamente el 5% ha cursado el nivel superior (universitario); mientras que el analfabetismo todavía prevalece hasta en un 15%, en promedio de la población, en las 33 parroquias rurales estudiadas, (INEC, 2010). Nuevamente, las parroquias rurales que muestran la mayoría de población indígena, también muestran los mayores niveles de analfabetismo, ejemplo: Angamarca, (30,1%); Chugchilán, (21,5%); Cochapamba, (22,6%); Guangaje, (30, 8%); Isinlivi (21,5); Pilaló (22,5); Ramón Campaña, (20,1%) y Zumbahua, (29,2 %). En estas circunstancias, evidentemente las posibilidades de desarrollo o de auto desarrollo de las poblaciones en estudio son limitadas, aun cuando la disponibilidad de recursos y las oportunidades fueran de las mejores.

3.2 Caracteres socioeconómicos de la población rural de la provincia de Cotopaxi

Una de las características constantes de la población rural de Cotopaxi es que su principal actividad pro-

ductiva es la agricultura; lo cual evidentemente se debe a las pocas oportunidades de ocupación productiva en los territorios rurales de la provincia. Esto se complementa con el nivel bajo de instrucción de la población, especialmente del sector de la PEA, para completar una situación restrictiva de las posibilidades de acceso a empleo de calidad (si hubiera oferta) y generación de iniciativas de autodesarrollo en el sector rural de la provincia de Cotopaxi. En promedio para las 33 parroquias rurales en estudio, se encontró que 66,9; 67,8 y 60,8% de la población se dedicaba a la agricultura en los años 1990, 2001 y 2010, respectivamente; mientras que hubo parroquias cuya población dedicada a agricultura superó el 90%, Tabla 2. Adicionalmente, se encontró que en las parroquias donde la población prevalente es indígena, las proporciones de la población dedicada a la agricultura son las más altas, así: Angamarca (79%), Chugchilán (82%), Cochapamba (84%), Pilaló (60%), Guangaje (79%), Isinlivi (79%), Moraspungo (79%), Pinllopata (91%), Ramón Campaña (71%), Toacaso (73%) y Zumbahua (73%), las cuales, como se mencionó, coincidentemente presentan los más altos niveles de pobreza.

Tabla 2. Relación entre gasto en productos agroecológicos (US \$) y motivaciones de compra.

Indicador	Año		
	1990	2001	2010
Actividad principal agricultura (Promedio)	66.9	67.8	60.8
Actividad principal agricultura (Rango)	26 – 90	30 - 90	29 - 91
Pobreza por NBI (Promedio)	60.6	93.8	90.91
Pobreza por NBI (Rango)	44.7 – 77.5	82.1 - 100	75.8 -100
Extrema pobreza (Promedio)		56.5	48.4
Extrema pobreza (Rango)		26.4 – 91.1	19.1- 91.1
Desnutrición crónica (Promedio)			64.7
Desnutrición crónica (Rango)			43.1-72.7

Fuente: INEC (2010), SIISE (2010 a), SIISE (2010 b), SIISE (2010 c).

Por otra parte, se encontró un incremento sostenido de los niveles de pobreza rural por NBI en la población rural de Cotopaxi; desde el año 1990, cuando existía un

promedio de 60,6%, y un máximo de 77,5% de pobreza por NBI, hasta el año 2010, cuando el promedio de pobreza de la población, para las 33 parroquias en estudio

alcanzó 90,9%, pero, se encontraron parroquias con hasta el 100% de pobreza, Tabla 2. Nuevamente, entre las parroquias rurales que presentan los más altos índices de pobreza, se encuentran aquellas en las cuales su población es predominante del sector indígena, por ejemplo: Angamarca, Cochapamba, Guangaje, Pilaló, Ramón Campaña y Toacaso; además, estas parroquias también presentan los más altos índices de extrema pobreza por NBI. Por ejemplo, Angamarca (87.3%), Cochapamba (82.8%), Guangaje (91.1%), Pilaló (79.4%) y Ramón Campaña (66.7%). También los promedios de extrema pobreza para las 33 parroquias estudiadas fueron visiblemente altos: 56,5% y 48,4% para los años 2001 y 2010, respectivamente, (SIISE, 2010 b).

Las parroquias rurales con predominancia de población indígena, con altos índices de pobreza y extrema pobreza, también presentaron los más altos niveles en desnutrición crónica, así por ejemplo: Angamarca (69.5%), Chugchilán (72.7%), Guangaje (71.6%), Pilaló (68.8%), Ramón Campaña (71.4%) y Zumbahua (71.9%), (SIISE, 2010 a); mientras que el promedio de desnutrición para la población de las 33 parroquias fue de 64,7%, para el año 2010, Tabla 2; lo cual, evidentemente, es un valor muy alto. Estos resultados necesariamente se enlazan con los porcentajes elevados de la principal actividad productiva de la población, la agricultura, y por lo tanto, se deduce que los niveles altos de pobreza y desnutrición de la población rural de Cotopaxi, tienen una relación causal directa con la actividad económica familiar, la agricultura, que obviamente no proporciona los ingresos necesarios para satisfacer las necesidades básicas de las familias y vencer los problemas como pobreza y desnutrición.

Con base en estos resultados, se puede inferir, que a pesar de los esfuerzos del Estado (a través de varios gobiernos), para superar las carencias de la población rural y disminuir los índices de pobreza, los resultados no han sido los esperados, posiblemente, por varios factores de carácter estructural no atendidos, entre ellos: **la falta de acceso a tierras agrícolas de calidad y en la cantidad requerida**, (Tamaño de las Unidades Productivas Agropecuarias, UPA), para una actividad productiva rentable, o **las UPA están ubicadas en territorios cuya aptitud natural de uso, no es la agricultura**, que es precisamente el tema central de este estudio.

3.3 Aptitud natural de uso y uso actual del suelo de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi

Con base en las características geofísicas de la provincia de Cotopaxi, se cree que sus suelos son aptos para la producción agrícola, mejor todavía con el empleo de nuevas técnicas de producción (Terán, 2007), pero tal suposición sin estudios detallados que lo sustenten no es válida. Por ejemplo, según (Winters, Espinosa, & Crissman, 1998), el solo hecho de que esta provincia se encuentre en la sierra centro de Ecuador, cuyos territorios se ubican mayoritariamente en ecosistemas frágiles y con poca accesibilidad, es evidencia suficiente de las grandes limitaciones de esta provincia para actividades agropecuarias. Pero, además de las limitaciones naturales de suelo, el clima es muy poco favorable para la producción agropecuaria en la provincia de Cotopaxi. Precisamente las características de clima y suelo, sirven para categorizar, el potencial de producción de un territorio, a partir del análisis de dos indicadores: **la aptitud natural de uso y el uso actual del suelo**.

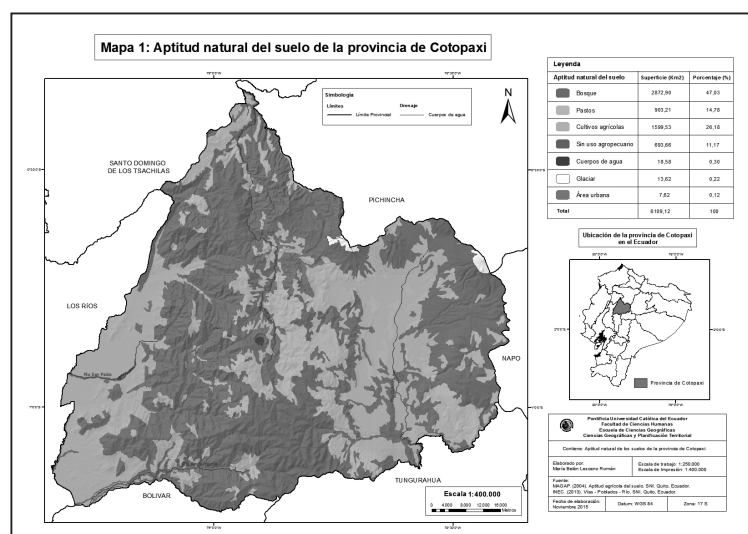


Figura 1. Aptitud natural de uso del suelo de la provincia de Cotopaxi.

Fuente: MAGAP (2004), INEC (2013)

Como se puede apreciar en el Figura 1, con relación a la aptitud natural de uso del suelo, se encontró que la provincia de Cotopaxi apenas presenta el 26,18% de su territorio con aptitud natural de uso para producción de cultivos agrícolas; y solamente el 14,78% del territorio de la provincia tiene aptitud de uso para producción de pastos y ganadería; mientras que aproximadamente el 59% del territorio de la provincia no tiene aptitud natural para la producción primaria de la cual, el 47% tiene aptitud natural de uso para bosques. Si aproximadamente el 41% de los territorios de la provincia de Cotopaxi tienen aptitud de uso productivo en agricultura o ganadería y, muchos de estos territorios tienen esta aptitud con limitaciones, entonces

parece obvio que esta provincia no debe tener tan altos porcentajes de su población con actividad principal de ocupación la agricultura, con promedios superiores a 60% y en algunas parroquias la ocupación de la población en la agricultura supera el 90%, como se muestra en la Tabla 2. Esta situación es una primera evidencia de que la población está ocupando en actividades agrícolas, territorios cuya aptitud natural de uso es el bosque o la conservación; es decir, hay una clara transgresión de la aptitud natural de uso del suelo y obviamente los resultados de la actividad son deprimidos, dando como consecuencia carencias sistémicas en las familias rurales involucradas, que explican su pobreza y desnutrición arraigadas.

Tabla 3. Resumen de la clasificación agroecológica de los territorios de la provincia de Cotopaxi.

Capacidad de uso de la tierra (Clase agroecológica)	Superficie en km ²	Porcentaje del territorio
Clase I	0	0
Clase II	44.04	0.72
Clase III	283.34	4.64
Clase IV	633.63	10.37
Clase V	19.73	0.32
Clase VI	234.18	3.83
Clase VII	997.89	16.33
Clase VIII	3881.5	63.54
No aplica	14.81	0.24
Total	6109.12	100

Fuente: MAGAP (2015)

Otra evidencia del estado de transgresión del uso del suelo, (uso agrícola de suelos cuya aptitud es la conservación o el bosque), que ratifica y amplifica significativamente los resultados de clasificación por aptitud de uso del MAGAP (Figura 1), es el resultado de la “Clasificación agroecológica” de los territorios en estudio, Tabla 3. Efectivamente, se encontró que la provincia de Cotopaxi no tiene tierras arables sin limitaciones para actividades de producción primaria,

(Clase I); apenas el 0,72% del territorio provincial tiene aptitud agroecológica de la Clase II, que corresponde a suelos con alguna limitación para producción agrícola; aproximadamente el 15% del territorio de la provincia presenta suelos con aptitud agroecológica de las Clases III y IV, que son suelos con limitaciones significativas para la actividad agrícola, pero aptos para producción de pastos y ganadería y; apenas un 0,32% adicional del territorio se encuentra en la

categoría agroecológica V, que sería suelos con limitaciones leves para la producción de pastos. Es decir, que sumando todos los territorios ubicados en las primeras cinco categorías que son aquellas con aptitud para la producción primaria de agricultura y ganadería (con limitaciones), apenas alcanza un 16% del territorio provincial. Si a este porcentaje, se suma el 3,83% que se ubica en la categoría VI, para indicar

que esta porción todavía tendría alguna aptitud para producción de pastos, entonces, apenas se aproxima a un 20%, de suelos que podrían estar destinados a actividades productivas primarias (agricultura y ganadería), quedando aproximadamente el 80% de territorio provincial en las categorías VII y VIII, cuya aptitud natural de uso es evidentemente la conservación o los bosques, Tabla 3.

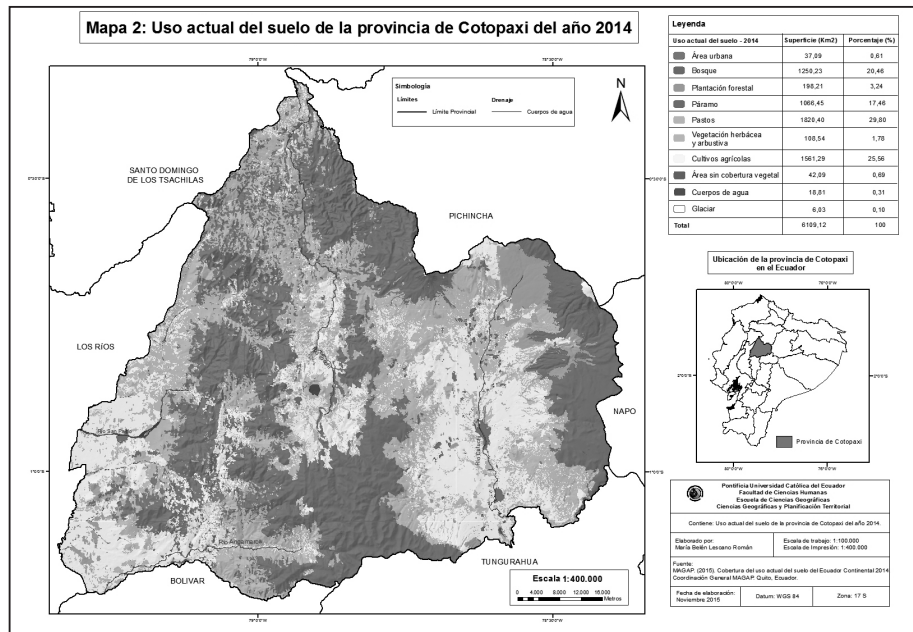


Figura 2. Uso actual del suelo de la provincia de Cotopaxi para el año 2014. Fuente: MAGAP, 2015.

En contraste con la realidad descrita, sobre la escasa disponibilidad de tierra apta para la producción agropecuaria, la población rural de la provincia de Cotopaxi, mayoritariamente se ocupa en la agricultura, para lo cual, sin duda se ha puesto en cultivo áreas cuya aptitud de uso es la conservación o el bosque. Efectivamente, si se observa la información sobre el uso actual del suelo en el Figura 2, se encuentra que en el 2014, más del 55% del territorio de la provincia de Cotopaxi, se encuentra ocupado con usos agropecuarios, (25,56% en agricultura y 29,8% en pastos y ganadería), lo cual significa que además de haber utilizado toda la tierra apta para uso agropecuario hay un exceso de 14,36% de superficie transgredida sobre su aptitud natural de uso, en comparación con la información del Figura 1 (que muestra hasta un 41% del territorio de la provincia, tiene aptitud natural de uso agropecuario) y, hasta un 35,36% de superficie transgredida sobre su aptitud natural de uso, en comparación con la información de la Tabla 3 (que muestra hasta un

20% del territorio de la provincia, con zonificación agroecológica apta para uso agropecuario). Vale aclarar que tanto la información sobre aptitud natural de uso (Figura 1), como la información sobre la zonificación agroecológica, Tabla 3, provienen de datos oficiales, emitidos por los ministerios del ramo: MAE y MAGAP y que por lo tanto, las diferencias en áreas aptas para uso agropecuario encontradas en estas dos fuentes, se explicarían por las metodologías aplicadas en cada caso. Sin embargo, lo importante es que en los dos casos hay diferencias significativas de uso transgredido desde la aptitud natural de uso del suelo y esto, evidentemente es un problema de carácter estructural que explica la pobreza y desnutrición de la población ocupada de la agricultura en la provincia en estudio.

Para corroborar la situación descrita, se procedió a analizar el uso actual del suelo en la provincia de Cotopaxi, en tres años secuencialmente indistintos, (1990, 2008 y 2014), cuyos resultados se muestran en

la Tabla 4, y estos, se compararon con la información de aptitud natural de uso del suelo en la misma provincia, (Figura 1). Efectivamente se encontró que ya en 1990, se habría transgredido, el uso del suelo, poniendo en producción agropecuaria, alrededor de un 2% de suelos cuya aptitud de uso no es esta actividad. Sin embargo para el año 2008, esta transgresión habría crecido aproximadamente al 14%, situación que se ha mantenido hasta el año 2014, en donde la trasgresión llega al 14,36%. Sin embargo, hay una distinción sustancial entre los años examinados en el balance de actividades agrícolas, con cultivos y actividades pecuarias, con pastos; mientras en 1990 y 2008, apenas un 4,1 y 3,45% de los territorios estaban dedicados a pasturas, en el año 2014, este sistema productivo creció descomunadamente, hasta un 29,8%. En cambio las áreas con sistemas productivos en cultivos agrícolas, que ya eran crecidas en 1990, pasaron de 38,2 a 51,5% de 1990 al 2008, pero decrecieron hasta un 25,8% en el 2014. Esto es una evidencia clara de que los productores de la provincia, durante el periodo 2008 al 2014, han cambiado la producción agrícola con cultivos a la producción ganadera con pasturas.

El cambio del sistema productivo de cultivos a pastos, evidentemente obedece a la pérdida de competitividad de los sistemas agrícolas, entre otros factores, precisamente por la baja productividad de la agricultura realizada en suelos no aptos para este objeto, además de otros factores también estructurales no resueltos como los costos altos de insumos y mano de obra, que son una constante desde que Ecuador entró al sistema monetario de dolarización; pero también los precios bajos y pocas oportunidades de mercado para una producción primaria de baja calidad, que se oferta sin valor agregado alguno y en volúmenes que no les permite a los productores ninguna ventaja transaccional en el mercado. Además, la producción agrícola es con cultivos en su mayoría estacionarios, que son sistemas no solamente demandantes de mano de obra, sino que están sujetos riesgos climáticos no controlables, como: sequías, granizadas, heladas, vientos frecuentes, entre otros y, todo esto, precisamente por estar ubicados en territorios cuya aptitud natural no es la producción agrícola.

Tabla 4. Uso actual del suelo en la provincia de Cotopaxi, para tres periodos de tiempo.

Categorías de uso actual	1990		2008		2014	
	Superficie km ²	%	Superficie km ²	%	Superficie km ²	%
Antrópico	17.19	0.28	36.7	0.6	37.09	0.61
Bosque nativo	1661.12	27.19	1353.08	22.15	1250.23	20.46
Vegetación herbácea y arbustiva	241.7	3.96	117.77	1.93	108.54	1.78
Páramo	1375.47	22.53	1073.58	17.58	1066.42	17.45
Plantación forestal	114.68	1.88	98.57	1.61	198.21	3.24
Pastos y ganadería	250.58	4.1	210.78	3.45	1820.4	29.8
Cultivos agrícolas	2377.14	38.91	3146.07	51.5	1561.29	25.56
Área sin cobertura vegetal	46.32	0.75	47.72	0.78	42.09	0.69
Cuerpos de agua	18.54	0.3	18.57	0.3	18.81	0.31
Glaciar	6.38	0.1	6.28	0.1	6.03	0.1
Total	6109.12	100	6109.12	100	6109.11	100

Fuente: MAGAP (2015)

La situación descrita es ratificada por algunos analistas de la problemática agraria en Ecuador, (Terán, 2007), (Winters, Espinosa, & Crissman, 1998), (Rosero F. Carbonell Y. y Regalado F, 2011); quienes justifican el cambio de sistemas productivos agrícolas a ganaderos, precisamente por las aparentes facilidades que ofrecen especialmente los de ganaderías de leche, que además de ser poco demandantes de mano de obra, no requieren de mayores inversiones en insumos y son sistemas que sortean más eficientemente los riesgos climáticos; pero lo más interesante parece ser la relativa estabilidad en el mercado de la leche, en cuanto a precios de venta (que son fijados por el Gobierno) y una demanda aparentemente asegurada.

3.4 *Correlación entre la aptitud natural de uso del suelo, uso actual productivo del suelo, ocupación principal "agricultura", pobreza y desnutrición de la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi*

La información descriptiva de los niveles altos de pobreza, pobreza extrema y desnutrición, así como la ocupación principal mayoritaria de la población rural de Cotopaxi en actividades agropecuarias, conjuntamente con la descripción de las características de aptitud natural de uso del suelo, mayoritaria para bosques y conservación, que contrasta con el uso actual generalizado en producción agrícola y pasturas, parecería suficiente para aceptar como verdadera la hipótesis planteada en la investigación: "La aptitud natural de uso del suelo, el uso actual productivo del suelo y la actividad productiva de la población (la agricultura), tienen influencia directa en la pobreza y desnutrición de la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi". Sin embargo, las correlaciones cuyos resultados se muestran a continuación constituyen prueba fehaciente de que la hipótesis planteada se cumple.

En primer lugar, se procedió a indagar la correlación entre la principal actividad productiva de la población, (la agricultura), con los niveles de pobreza por NBI y, a su vez, se indagó la correlación entre la pobreza por NBI y la desnutrición crónica de la población rural de la provincia de Cotopaxi. Los coeficientes de correlación fueron positivos y altamente significativos en ambos casos, como se muestra en la Figura 3. Esto significa que, a mayor porcentaje de personas dedicadas a la agricultura, mayores son los niveles de pobreza por NBI de la población y viceversa; también significa que, a mayor porcentaje de personas pobres, mayores son los índices de desnutrición crónica de la población y viceversa. Por lo

tanto, la hipótesis planteada se cumple a cabalidad, en cuanto a que la pobreza depende o está en función de la actividad productiva principal de la población, la agricultura, y como la desnutrición está relacionada directamente con la pobreza entonces la desnutrición también depende de la actividad principal de la población, la agricultura.

Estos resultados a primera vista parecen paradójicos, especialmente la relación entre dedicación a la agricultura y desnutrición de la población. Varios autores rescatan la idea de que la agricultura familiar de subsistencia (que es el modelo generalizado entre la población rural de Cotopaxi), sirve o garantiza la seguridad alimentaria de la familia, (Rosero F. Carbonell Y. y Regalado F, 2011), (Barrera, Escudero, & Alwang, 2012), (Terán, 2007); pero, aparentemente no es así; las familias rurales que fungen de agricultores tienen como su única fuente de ingresos las cosechas de sus parcelas o los animales y productos de origen animal que crían en sus UPA, y las necesidades de bienes y servicios que requieren las familias para su vida diaria deben ser financiadas con la venta de los productos de las UPA; y como estos no son suficientes ni en cantidad ni en calidad (puesto que manejan sistemas de producción no competitivos e ineficientes), entonces para garantizar ingresos deben vender sacrificando el consumo, la consecuencia obvia es que se arma un círculo vicioso difícil de romper, entre ingresos bajos por la actividad de producción primaria deprimida y pobreza y desnutrición por la falta de productos y bienes de consumo familiar.

En tales circunstancias, parece obvio que romper el círculo vicioso mencionado, significa encontrar las causas estructurales del problema de la poca eficiencia de la actividad generadora de ingresos de las familias, la agricultura. Precisamente, este es el tema que se trata de explicar con la relación de incompatibilidad entre aptitud natural de uso del suelo con el uso actual del mismo, observada para casi la totalidad de los territorios rurales de la provincia. Esta observación tiene correspondencia con los pensamientos de varios investigadores que han llegado a las mismas conclusiones, entre ellos: (Winters, Espinosa, & Crissman, 1998), (Terán, 2007), (Shaxson, 2011) y (Barrera, Escudero, & Alwang, 2012); que han encontrado que la baja producción de la agricultura en las zonas rurales con suelos degradados ha generado el incremento de los índices de pobreza de la población, que a su vez incrementan los de desnutrición crónica.

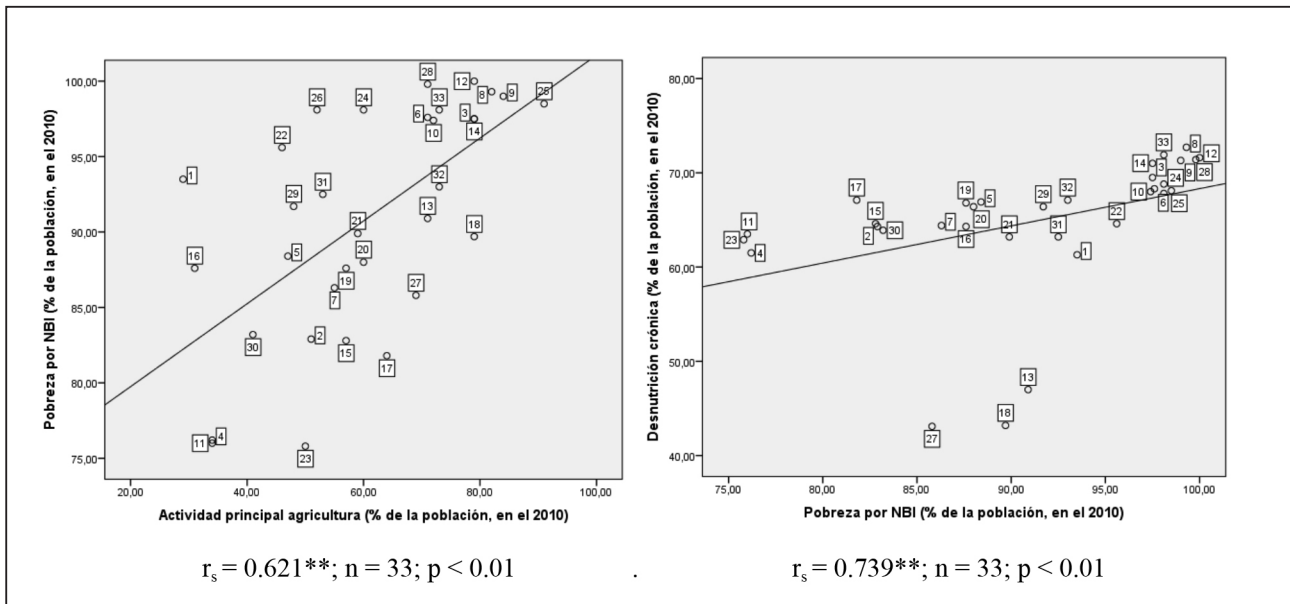


Figura 3. Diagramas de dispersión simple y correlación entre el porcentaje de personas dedicadas a la agricultura con el porcentaje de pobreza por NBI; y el porcentaje de pobreza por NBI con la desnutrición crónica de la población, de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi.

La siguiente correlación ensayada fue entre la aptitud natural de uso para cultivos y el uso actual del suelo en cultivos agrícolas, en los años 1990, 2008 y 2014. Los coeficientes de correlación fueron positivos y altamente significativos en los tres casos; lo que significa que, a mayor área apta para cultivos, mayor es el uso actual del suelo en cultivos y viceversa. Este resultado aparentemente es contradictorio con los resultados descriptivos expuestos anteriormente, en donde se demostró que la población está transgrediendo severamente la aptitud natural de uso del suelo que es para bosques y conservación, para poner en uso agropecuario; pero, la transgresión está visible en los diagramas de dispersión para las tres correlaciones estudiadas, Figura 4. Efectivamente, de la observación de los diagramas de dispersión se encuentra que la población en prácticamente todas las parroquias estudiadas no solo que está aprovechando al máximo posible las áreas aptas para cultivos, pero está usando áreas que no son aptas para este uso. Ejemplo, la parroquia Las Pampas (número 17 en los diagramas), que tiene cero por ciento de área con aptitud natural de uso en cultivos, pero tiene puesto en cultivos 17% de su territorio en 1990, 54% en el 2008, y 12% en el 2014. También la parroquia Mulliquindil (número 21 en los diagramas), tiene menos del 20%, con aptitud para cultivos, pero tiene puesto en cultivos 90%, en el año 1990; 96%, en el año 2008 y 59%, en el año 2014. La misma realidad se observa en las parroquias cuyos territorios tienen altos porcentajes con aptitud para cultivos, pero tie-

nen puesto en cultivos superficies muy superiores a las que realmente deberían estar con este uso. Ejemplo la parroquia Antonio José Olgún (número 4 en los diagramas), que tiene algo menos del 60% de su territorio apto para la producción de cultivos, pero tiene puesto en cultivo 92%, en el año 1990; 98%, en el año 2008 y 97%, en el año 2014, Figura 4.

En resumen, se encontró que la transgresión del uso del suelo se ha dado tanto en las parroquias con poca o ninguna aptitud de uso para cultivos, como en aquellas que si presentan porcentajes de área importantes para este uso; todas muestran la misma tendencia a transgredir la aptitud natural de uso del suelo. Aunque el fenómeno de transgresión de uso del suelo para poner en cultivos agrícolas parece haber ido en aumento desde 1990 hasta el año 2008 y luego haber decrecido hasta el 2014, (Tabla 4 y Figura 4); pero, de los recorridos observaciones y visitas realizadas en sitio, en las parroquias estudiadas, se evidenció dos tendencias: i) el cambio de sistema productivo desde cultivos agrícolas a pasturas, que se observa claramente en la Tabla 4 y, ii) el abandono sistemático de parcelas por parte de los agricultores. En ambos casos, la explicación más frecuente fue la falta de competitividad de la agricultura por las razones ya explicadas; sin embargo, no significa que los suelos abandonados han pasado a las categorías de bosque o conservación que les corresponde por naturaleza, solamente están abandonados y eventualmente podrían volver a ser cultivados en cualquier momento o circunstancia.

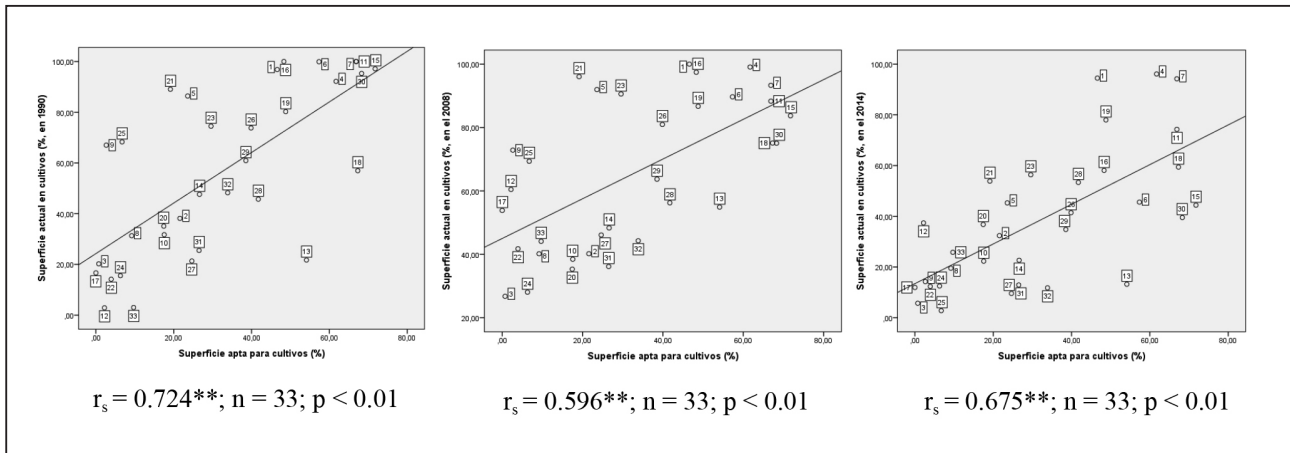


Figura 4. Diagramas de dispersión simple y correlación entre el porcentaje de superficie apta para cultivos, y el porcentaje de superficie actual en cultivos para los años 1990, 2008 y 2014, de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi.

En el caso de la correlación entre la aptitud natural de uso y uso actual del suelo en pasturas, se encontró una situación bastante sui géneris. Los coeficientes de correlación fueron no significativos, para los años 2008 y 2014, indicando poca o ninguna relación entre estas dos variables; pero, para el año 1990 este coeficiente fue negativo y significativo ($-0,362^*$), lo que significa que mientras más área disponible con aptitud de uso para pasturas, menos área fue utilizada en esta actividad y viceversa. Sin embargo, al observar los diagramas de dispersión de la Figura 5, se puede comprobar que las áreas aptas para pastos no estaban puestas en pastos, por

lo menos en los años 1990 y 2008, pero en el año 2014, la población de la mayoría de las parroquias se cambió a la producción de pastos y ganadería, lo cual ratifica la observación anterior, en el sentido de que a partir del 2008, la población cambió de sistema productivo, pasando a pastos y ganadería desde cultivos, y pasando a pastos y ganadería desde suelos aptos para bosques y conservación; ratificando la observación de que este cambio fue motivado por la aparente mejor rentabilidad lograda con el sistema de ganadería de leche, que es el sistema más común en la zona de estudio y en toda la sierra de Ecuador.

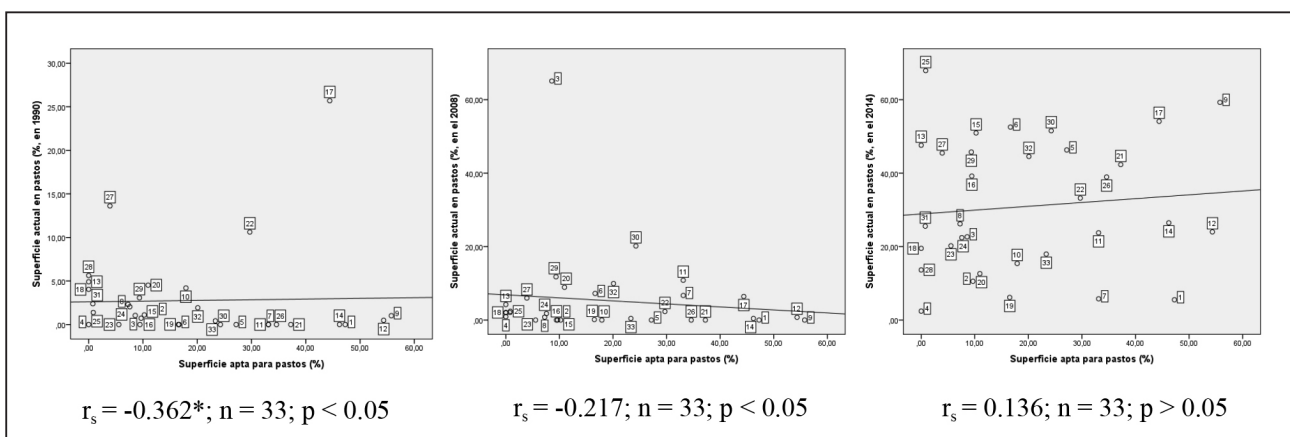


Figura 5. Diagramas de dispersión simple y correlación entre el porcentaje de superficie apta para pastos, y el porcentaje de superficie actual en pastos, para los años 1990, 2008 y 2014, de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi.

A continuación, y para consolidar la observación de la transgresión del uso del suelo en agricultura cuando su aptitud natural es la conservación y/o

los bosques, se analiza los resultados de las correlaciones entre las variables: aptitud natural de uso del suelo para cultivos y aptitud natural de uso para pas-

tos, con los porcentajes de transgresión de la aptitud de uso del suelo por estas mismas opciones productivas, para los años 2008 y 2014, en las 33 parroquias rurales estudiadas. Los porcentajes de transgresión utilizados en los análisis de correlación se calcularon

por diferencia entre el porcentaje de territorio parroquial con aptitud natural de uso para cultivos o pasturas y los porcentajes de territorios con uso actual en estas mismas opciones de uso. Los resultados se muestran en los diagramas de la Figura 6.

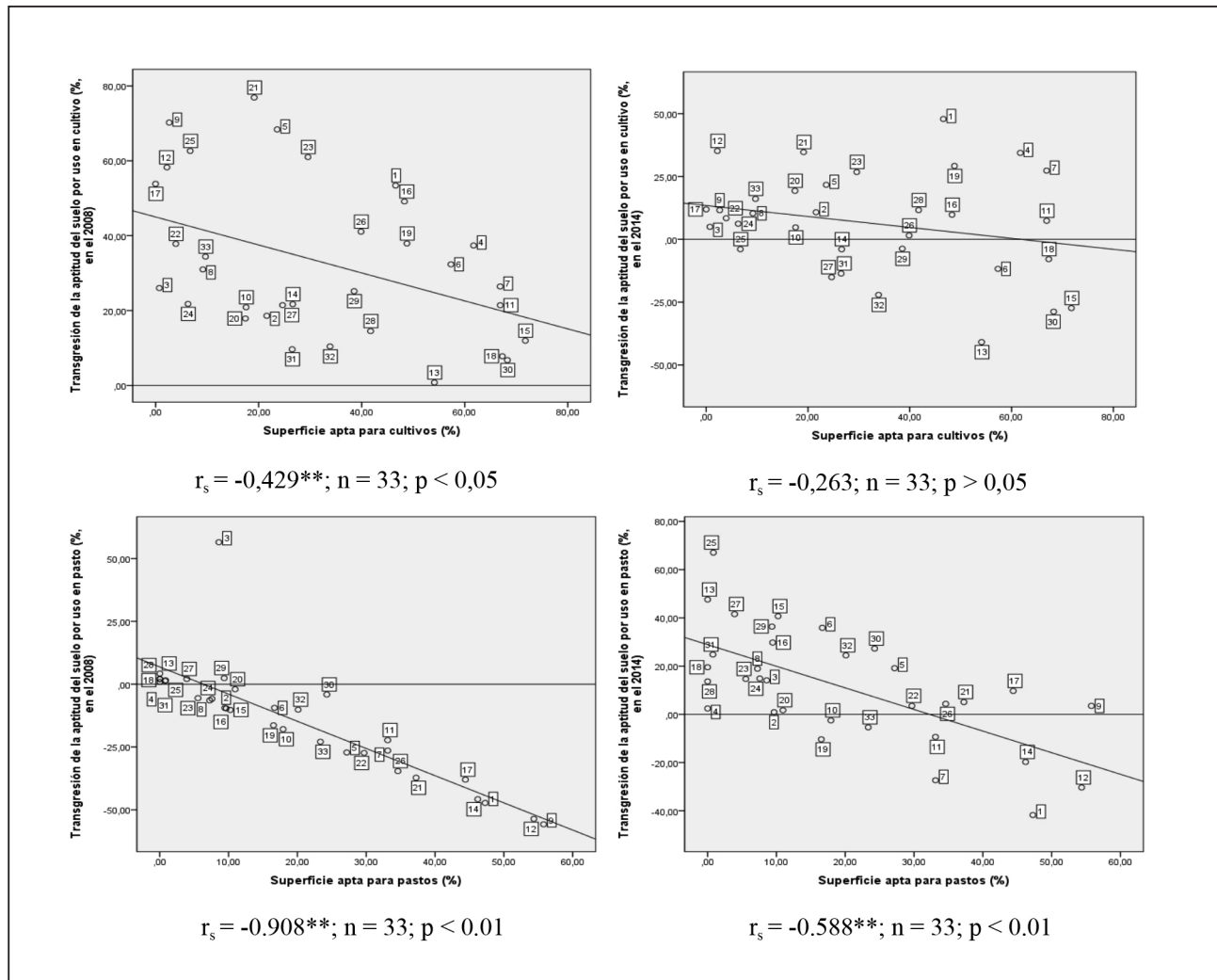


Figura 6. Diagramas de dispersión simple y correlación entre el porcentaje de superficie apta para cultivos y apta para pastos, con el porcentaje de transgresión de estos mismos usos, para los años 2008 y 2014, de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi.

Los coeficientes de correlación en los cuatro casos analizados fueron negativos y altamente significativos, con excepción de la correlación entre porcentaje de superficie apta para cultivos y porcentaje de transgresión para este uso, para el año 2014, que fue no significativo. La interpretación en los tres casos donde los coeficientes de correlación fueron altamente significativos es que, a menor superficie con aptitud para cultivos o pasturas, mayor es el porcentaje de transgresión para estos usos y viceversa, lo cual es la muestra más clara de que la población

está haciendo agricultura en suelos con aptitud natural de uso para bosque o conservación. La tendencia está muy visible en los diagramas de dispersión de la Figura 6, de la cual, vale resaltar la transgresión total observada para uso del suelo en cultivos en el 2008; pues todas las 33 parroquias estudiadas se ubican en mayor o menor grado por encima de la línea de transgresión; mientras que esta misma correlación, para el 2014, presenta que solamente las dos terceras partes (22 de las 33 parroquias estudiadas), presentan porcentajes de área que superan la línea de trans-

gresión. En el caso de las correlaciones con pasturas, se observa el fenómeno contrario; mientras que el 2008, la gran mayoría (25 de las 33 parroquias estudiadas), presentan porcentajes de área por debajo de la línea de transgresión, en el 2014, es exactamente al revés. Estos resultados, no solamente muestran fehacientemente la transgresión en el uso del suelo, que aplica la población rural de la provincia de Cotopaxi, sino que demuestran una vez más, el cambio de actividad productiva desde producción agrícola a la producción de pastos con ganadería durante el periodo del 2008 al 2014.

En definitiva, en los territorios de las parroquias rurales estudiadas, se han generado fuertes presiones (transgresiones) por el uso del suelo. Desde el año 1990 hasta el 2008, absolutamente todas las parroquias intervinieron en sus suelos para realizar actividades agrícolas, unas vulnerando la aptitud natural de uso de los suelos en mayor grado que otras. Sin embargo, para el año 2014, la transgresión de los suelos ya no fue por el uso intensivo en agricultura, sino por el uso del suelo en pastos, pero, la misma manera se vulneró la aptitud natural de uso del recurso suelo. A esto hay que sumar el hecho de que los agricultores, apremiados por sus necesidades, se preocupan más por mejorar sus ingresos que

por considerar el estado de conservación los recursos naturales o por reducir el deterioro de los suelos, sin entender que sistemáticamente están entrando en otro círculo vicioso: el deterioro de la base natural productiva genera menor ingreso por la actividad, a lo cual el agricultor responde con mayor presión sobre los mismos recursos naturales, aumentando el deterioro de los mismos y esto, a su vez, vuelve a afectar los rendimientos de los cultivos y los ingresos de los agricultores. Lamentablemente la salida de este círculo vicioso se produce con decisiones de emigración forzada y/o abandono de las parcelas por improductivas. De estos resultados, se infiere claramente que la producción primaria (practicada en suelos no aptos para esta actividad) no ha dado los ingresos económicos necesarios a la población, para poder satisfacer las necesidades básicas de las familias involucradas; todo lo contrario, aparentemente es una muestra de que, a medida que la población sigue fungiendo de agricultora, los problemas de carencias y pobreza se agudizan con el tiempo. La Figura 7, es una muestra extrema de la transgresión del uso del suelo; ésta muestra una parcela sembrada con papa, en la vertiente interna occidental de cráter del volcán Quilotoa, en un suelo con una pendiente que fácilmente supera el 50% y en una zona con aptitud eminentemente de conservación.



Figura 7: Muestra de la intervención de la población para cultivar en las laderas de la parroquia Zumbahua, cara interior del cráter del volcán Quilotoa, en Cotopaxi.

Como complemento a los resultados anteriores y, como la mejor demostración de que la hipótesis planteada es verdadera, se procede a analizar los resultados de las correlaciones entre el porcentaje de las superficies parroquiales con aptitud para cultivos agrícolas con la pobreza por NBI, desnutrición crónica y actividad principal (agricultura) de la población, cuyos resultados se muestran en la Figura 8. Efectivamente, los coeficientes de correlación en los tres casos fueron negativos y altamente significativos, lo que significa que, a menor aptitud natural de uso del suelo para cultivos agrícolas, mayor es la pobreza por

NBI, mayor es la desnutrición crónica y mayor es la dedicación de la población involucrada a agricultura y viceversa. Los diagramas de dispersión de la Figura 8, muestran en forma fidedigna estas tendencias, para las 33 parroquias rurales estudiadas. Como una muestra o ejemplo de lo dicho, se puede mencionar a la parroquia Pinllopata, (número 25 en los diagramas), que tiene aproximadamente el 7% de su territorio con aptitud natural de uso del suelo para cultivos agrícolas, pero, tiene el 99% de su población con pobreza por NBI, el 68% con desnutrición crónica y el 91% de la población se dedica a la agricultura.

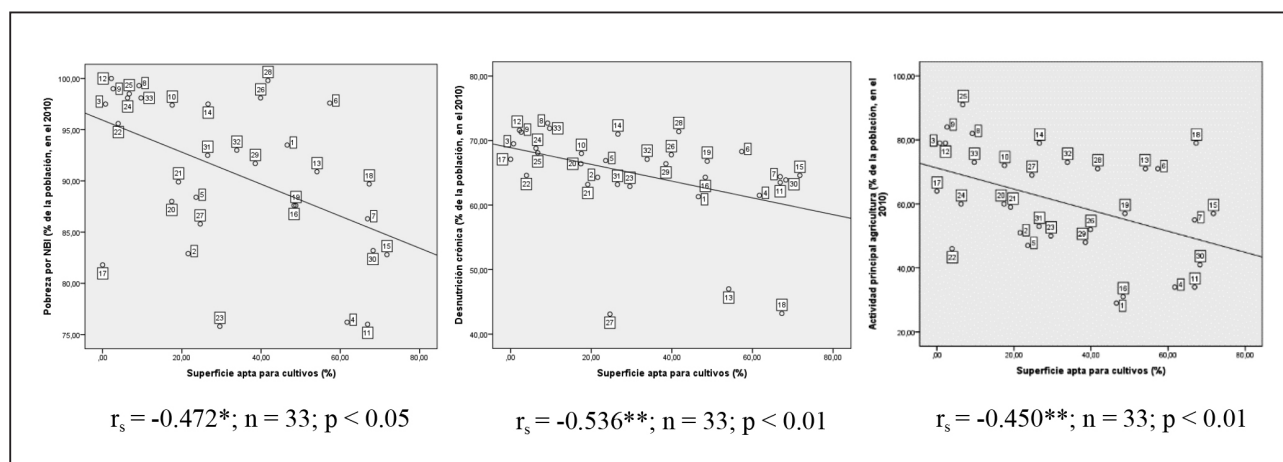


Figura 8. Diagramas de dispersión simple y correlación entre el porcentaje de superficie apta para cultivos, y el porcentaje de pobreza por NBI, desnutrición crónica y actividad principal (agricultura) de la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi.

Por consiguiente, se demuestra en forma reiterada que la pobreza y desnutrición crónica de la población rural de la provincia de Cotopaxi está en función directa de la actividad agrícola, que se realiza en suelos y ambientes no aptos para esta actividad, con resultados muy poco o nada rentables. La persistencia de grandes sectores de la población haciendo estas actividades poco rentables a lo largo del tiempo es el resultado de las oportunidades nulas de ocupación rentable para la mano de obra rural disponible; es decir, el costo de oportunidad de la mano de obra en áreas rurales como la estudiada es cero o cercano a cero, (Nieto C, 2014). Pero, nuevamente, estos resultados están en concordancia con los hallazgos de (Arellano, Poats, & Proaño, 2000), (Shaxson, 2011), (Barrera, Escudero, & Alwang, 2012), (Falconí, 2013), entre otros autores; quienes afirman que existe más pobreza de la población, en zonas de mayor degradación de los recursos naturales, y además mencionan que el problema radica en que

es difícil determinar métodos de producción rentables y eficientes en aquellos lugares. Sin embargo, es posible que no se trate de la dificultad de determinar modelos de producción eficientes, más de entender y aceptar que se está forzando a un grupo de la población a hacer actividades contra natura. Pretender hacer agricultura en suelos cuya aptitud no es ésta, es soslayar un problema de carácter estructural que lamentablemente las políticas estatales y de desarrollo local han pretendido resolver con soluciones triviales y de coyuntura como la asistencia técnica, la capacitación, el crédito, la compra directa de sus cosechas y hasta los subsidios en insumos; obviamente los resultados esperados no se han alcanzado.

4. Conclusiones

Los territorios con aptitud natural de uso del suelo para cultivos agrícolas alcanzan apenas del

26,18% de la provincia de Cotopaxi y, solamente el 14,78% del territorio tiene aptitud de uso para producción de pastos y ganadería; mientras que el 59% del territorio de la provincia no tiene aptitud natural para la producción primaria; sin embargo, en el año 2014, el uso actual del suelo en cultivo y pasturas fue de 38,57% y 30,93%, respectivamente, lo que explica que más del 60% de la población aparezca con actividad principal productiva, la agricultura y en algunas parroquias la ocupación de la población en agricultura supera el 90%.

Como consecuencia de que la aptitud natural de uso del suelo que es incompatible con el uso actual productivo del mismo, en actividades agropecuarias, devienen ingresos deprimidos que influyen en la pobreza y desnutrición de la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi.

Efectivamente, la pobreza por NBI de la población rural de la provincia de Cotopaxi, en promedio se ha incrementado desde el 60,6% en 1990 hasta 90,9% en el 2010, mientras que la desnutrición crónica promedio de la población alcanzó el 64,6%, también en el 2010, situación que cierra un círculo vicioso: la pobreza y desnutrición de la población, son consecuencia de la actividad productiva poco o nada rentable, (la agricultura), la agricultura se hace en suelos no aptos para este uso, con resultados ineficientes, que agravan la pobreza y la desnutrición de la población.

Aparentemente, este círculo vicioso entre pobreza y actividad productiva ineficiente es más notorio en las parroquias cuya población es predominantemente indígena, que paradójicamente hacen agricultura en territorios cuya aptitud natural de uso es la conservación; pues son las poblaciones ubicadas en los ecosistemas de páramo, cuyas limitaciones no son solamente de aptitud de uso del suelo, sino de clima constantemente adverso para la agricultura.

Las correlaciones entre el porcentaje de las superficies parroquiales con aptitud para cultivos agrícolas, con actividad principal (agricultura), con pobreza por NBI y con desnutrición crónica de la población, fueron negativas y altamente significativas, lo que irónicamente significa que a menor aptitud natural de uso del suelo para cultivos agrícolas, mayor es la dedicación de la población a la agricultura

y por tanto, mayor es la pobreza por NBI y mayor es la desnutrición crónica y viceversa.

A partir de este estudio, se confirma como cierta la hipótesis planteada: “la aptitud natural de uso del suelo, incompatible con el uso actual productivo del suelo en actividades agropecuarias, tienen influencia directa en los niveles de pobreza y desnutrición de la población de las parroquias rurales de la provincia de Cotopaxi”.

Por lo tanto, se concluye que la actividad de producción primaria en la mayoría del territorio rural de la provincia de Cotopaxi, además de no generar los ingresos suficientes para garantizar una vida digna de las familias, produce una espiral de degradación ambiental en cada ciclo agrícola, lo cual reduce la capacidad productiva de los suelos, con la consecuencia obvia del empobrecimiento sistemático de la población involucrada.

A pesar de que su actividad ocupacional principal, la agricultura, no genera los réditos necesarios, para lograr una vida digna de las familias involucradas, un gran sector de la población rural de Cotopaxi persiste en esta actividad, lo cual se puede explicar por el costo de oportunidad para la mano de obra de la población, que es cero o cercano a cero; pero también es el resultado del nivel bajo de instrucción de la población que no les permite acceder a otras oportunidades que no sean la producción primaria.

Por consiguiente, es necesario, primero aceptar y asimilar el hecho de que las actividades de producción primaria, realizadas en suelos cuya aptitud natural de uso no es la agricultura, (y que además tiene serias limitaciones climáticas), como es el caso investigado, es un problema estructural, que amerita un enfoque de solución distinto al que se ha venido aplicando con la política agraria estatal y local.

Tal vez la solución está en la búsqueda de ocupaciones rurales no agrícolas para una población que de otro modo continuará sumida en la pobreza o acrecentará la emigración rural, como se ha venido observando en forma consistente en las últimas décadas; amén del acrecentamiento del deterioro y destrucción de los recursos naturales en ecosistemas frágiles como bosques nublados y páramos, que son prestadores de servicios ambientales de interés nacional.

Referencias

- Arellano, P., Poats, S., & Proaño, M. (2000). *Pobreza rural y deterioro ambiental en la cuenca del río*, El Ángel, Carchi Ecuador: CONDESAN.
- Balzarini, M., Di Rienzo, J., Tablada, M., González, L., Bruno, C., Córdoba, M., & Robledo, W. (2011). *Estadística y Biometría: Ilustraciones del uso de InfoStat en problemas de agronomía*. Córdoba, España: Brujas.
- Barrera, V., Escudero, L., & Alwang, J. (2012). Integrated management of natural resources in the Ecuador Highlands. *Agricultural Sciences*, 3(5), 768-779.
- Falconí, F. (2013). *Crisis civilizatoria y alternativas de la humanidad*. Simposio Coloquio Internacional Crisis civilizatoria. Quito, Ecuador.
- FAO. (2014). *Panorama de la Seguridad alimentaria*. Quito, Ecuador: Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i4018s.pdf>
- INEC. (2010). *REDATAM*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos recuperado de: <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>
- Larrea, C., Landín, R., Larrea, A., Wrborich, W., & Fraga, R. (2008). *Mapas de pobreza, consumo por habitante y desigualdad social en el Ecuador: 1995 – 2006. Metodología y Resultados*. Quito: Documento de Trabajo No. 13. Programas Dinámicas Territoriales Rurales.
- MAGAP. (2015). *Cobertura del uso actual del suelo del Ecuador Continental 1990 – 2008 -2014, escala 1:100.000*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- MAGAP., & MAE. (2015). *Proyecto de generación del mapa de cobertura y uso de tierra del Ecuador Continental 2013-2014, escala 1:100.000*. Quito, Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio del Ambiente.
- Nieto, C. (2014). Tipología de agricultores o habitantes rurales en Ecuador: Análisis basado en la realidad nacional, como aporte estratégico para el desarrollo rural. *SIEMBRA*, 1, 44-55.
- Rosero, F., Carbonell, Y., & Regalado, F. (2011). *Soberanía alimentaria, modelos de desarrollo y tierras en Ecuador*. Quito, Ecuador: CAFOLIS – Grupo de apoyo.
- Sánchez, J. (2015). *Introducción a la estadística no paramétrica y al análisis multivariado*. Quito, Ecuador: Giro creativo.
- SENPLADES. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- Shaxson, F. (2011). *Indicadores de la calidad de la tierra: ideas generadas por el trabajo en Costa Rica, norte de la India y Ecuador central*. *Boletín de Tierras y Agua de la FAO 5 – Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- SIISE. (2010 a). *Desnutrición crónica. Consultas temáticas – Salud - Nutrición*. Quito, Ecuador: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador. Recuperado de: <http://www.sii-se.gob.ec>.
- SIISE. (2010 b). *Extrema pobreza por Necesidades básicas insatisfechas (NBI) año 2001 – año 2010*. Consultas temáticas – Desigualdad y Pobreza. Quito, Ecuador: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador. Recuperado de: <http://www.sii-se.gob.ec>.
- SIISE. (2010 c). *Pobreza por Necesidades básicas insatisfechas (NBI). Consultas temáticas – Desigualdad y Pobreza*. Quito, Ecuador: Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador. Recuperado de: <http://www.sii-se.gob.ec>.

Terán, J. (2007). Cotopaxi, una provincia con una miseria no excepcional . En J. Terán, *Las quimeras y sus caminos. La gobernanza del agua y sus dispositivos para la producción de pobreza rural en los Andes ecuatorianos* (pp. 193-232). Quito, Ecuador: CLACSO.

Winters, P., Espinosa, P., & Crissman, C. (1998). *Manejo de los recursos en los Andes ecuatorianos*.

Revisión de literatura y evaluación del Proyecto Manejo del Uso Sostenible de Tierras Andinas (PROMUSTA) de CARE. Quito, Ecuador: Abya-Yala.

Sistemas de producción campesinos y gestión social del riego: el caso de la acequia Mocha-Huachi.

Small holder's production systems and social irrigation management: the Acequia Mocha-Huachi case.

Christian Tamayo¹, Randon Ortiz¹, Darío Cepeda¹

✉ : cvtamayo@uce.edu.ec

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

Resumen

Este estudio analiza los sistemas de producción y realiza una evaluación de la gestión social del riego de la acequia Mocha-Huachi, con el objeto de evidenciar las condiciones que enfrenta la pequeña agricultura que accede al recurso hídrico con fines productivos. Se describió el proceso de conformación de la Junta, y características como legitimidad, democracia y gestión. Además, se determinó cinco tipos de productores representativos del área de influencia del canal, desde minifundistas, con predios menores a 0.5 ha hasta campesinos que tienen superficies mayores a 4 ha. Para la caracterización de cada tipo de productor se utilizaron indicadores como: disponibilidad y destino de mano de obra familiar, fuerza de trabajo utilizada en la producción, ingreso agropecuario, remuneración no agrícola y excedente o ganancia. Los resultados reflejan que: (i) la organización cuenta con un nivel de legitimidad de media a alta, otorgado por usuarios, dirigentes y actores externos, que ha permitido obtener apoyo público y privado, sin embargo de lo cual, la producción campesina enfrenta una problemática de carácter socioeconómico que rebasa el accionar de la organización de riego; (ii) la mano de obra en los hogares ha disminuido alrededor del 50% para todas las categorías; (iii) los ingresos agrícolas se sitúan entre 4 y 11 USD/día; y (iv) las tendencias denotan un progresivo aumento de actividades no agrícolas principalmente en las nuevas generaciones y una dinámica de venta de tierras a población de la ciudad con objetivo de recreación.

Palabras clave: sistema de riego, organización campesina, agricultura familiar, ingreso agrícola, Tungurahua.

Abstract

This study analyzes the production systems and carries out an evaluation of the social management of irrigation in the Mocha-Huachi canal in order to find out the situation faced by the small-scale farmers using water resources for productive purposes. We describe the process of conformation of the water board and characteristics such as legitimacy, democracy and management. In addition, five types of representative producers of the area of influence of the canal were determined, ranging from smallholders with plots smaller than 0.5 ha to farmers with plots larger than 4 ha. To characterize each type of farmer, the following criteria were used: availability and destination of family labor, labor force used in agricultural production, agricultural income, nonfarm income and profit. The main results show that: i) the organization has medium to high level of legitimacy granted by the users, leaders and external actors, which has enabled the board to have access to public and private support, however, smallholders face socioeconomic problems that go beyond the actions of the water board; ii) family labor has declined by about 50% in all categories of users; iii) agricultural incomes range from US \$ 4 to US \$ 11 per day; iv) trends indicate a progressive increase of nonagricultural activities by new generations and a recent process of land sale for recreation purposes.

Keywords: irrigation system, rural organization, family agriculture, agricultural income, Tungurahua.

1. Introducción

El sector agropecuario ecuatoriano constituye un pilar fundamental para el desarrollo económico del país. En efecto, la contribución de la agricultura al Producto Interno Bruto (PIB) nacional puede alcanzar valores superiores al 10% (MAGAP, 2016). En este contexto, el riego es un medio trascendental para alcanzar esta cifra, y su aporte al PIB agrícola es todavía desconocido; sin embargo, diversos estudios resaltan su importancia para mejorar la productividad, generar empleo e incrementar los ingresos de las familias campesinas (Román & Gaybor, 2006).

La gestión del agua de riego puede ser privada, comunitaria o campesina y pública. Los sistemas campesinos -muchos de los cuales han existido incluso antes de la época de la Colonia- en su mayoría han sido construidos con recursos propios y son gestionados directamente por una organización o junta de riego con o sin apoyo del Estado. La importancia de este tipo de sistemas radica en que abarca a miles de agricultores a nivel nacional. En su mayoría son campesinos -tanto indígenas como mestizos- que poseen poco o limitado acceso a la tierra, pero que, sin embargo, constituyen la principal fuente del abastecimiento de alimentos para las familias rurales y el mercado local (MAGAP, 2013).

A pesar de su importancia, enfrentan dificultades de carácter socioeconómico que limitan su accionar. Por lo tanto, conocer las características organizativas y las condiciones en la que se desenvuelven los sistemas de producción campesinos insertos en este tipo de acequias es de suma importancia para fomentar el apoyo a este importante segmento de la población rural.

2. Materiales y métodos

La investigación fue desarrollada en la provincia de Tungurahua, específicamente en áreas regadas por la acequia Mocha-Huachi en los cantones Mocha y Cevallos. El estudio se basó en la metodología para el análisis y evaluación de sistemas de riego campesinos propuesta por Apollin y Eberhart (Apollin & Eberhart, 1998). Este marco metodológico propone analizar un sistema de riego desde una perspectiva integral, considerando aspectos de la infraestructura, organización de regantes y los sistemas de producción implementados. De esta manera, la aplicación de este enfoque permitió evaluar las principales características de la organización y los sistemas de

producción campesinos, sin dejar de lado aspectos relacionados con la red de riego,

El trabajo se realizó en cuatro etapas:

- Etapa 1: Identificación de la red del sistema de riego

Se efectuó recorridos por el área de influencia de la acequia para identificar las principales obras de infraestructura: captación, distribución entre sectores; y caracterizar áreas con dinámicas de producción homogéneas.

- Etapa 2: Historia de la acequia

Fue realizada mediante entrevistas semi-estructuradas dirigidas a los campesinos de mayor edad, con preguntas relacionadas con el proceso de conformación de la organización de regantes, incorporación o desvinculación de sectores de riego, cambios en patrones de cultivo, desarrollo de infraestructura y formas de adquisición de derechos al agua de riego. Adicionalmente se llevó a cabo un análisis documental del archivo general de la junta, además de una revisión bibliográfica complementaria.

- Etapa 3: Estructura de la organización de regantes y sus características

Realizada a través de entrevistas a la dirigencia, encuesta a 36 agricultores usuarios y entrevistas a funcionarios de instituciones públicas y privadas de la provincia y de los cantones inmersos en el área de riego. Las características evidenciadas fueron la legitimidad, la democracia, la representatividad y el nivel de gestión.

- Etapa 4: Caracterización técnica y económica de los sistemas de producción campesinos

Una vez analizado el funcionamiento de la organización de regantes, se realizaron estudios de caso para caracterizar técnica y económicamente a la agricultura familiar existente en el sistema de riego. Esta tarea permitió identificar la estructura y lógica de funcionamiento de los sistemas de producción campesinos.

3. Resultados y discusión

3.1 La red de riego

La acequia Mocha-Huachi está ubicada en territorio de la provincia de Tungurahua, específicamente hacia el Suroeste, en la microcuenca del río Pachanlica, y recorre áreas de los cantones Mocha, Cevallos

y Ambato (ver Figura 1). El lugar de captación del recurso hídrico se encuentra en la parte media alta del cantón Mocha, específicamente en el margen del río del mismo nombre. A partir de este punto, el agua es conducida por un canal primario de aproximadamente 25 km de longitud, abasteciendo a seis sectores también conocidos como óvalos de riego ubicados en las partes medias a bajas de Mocha, Cevallos y Montalvo.

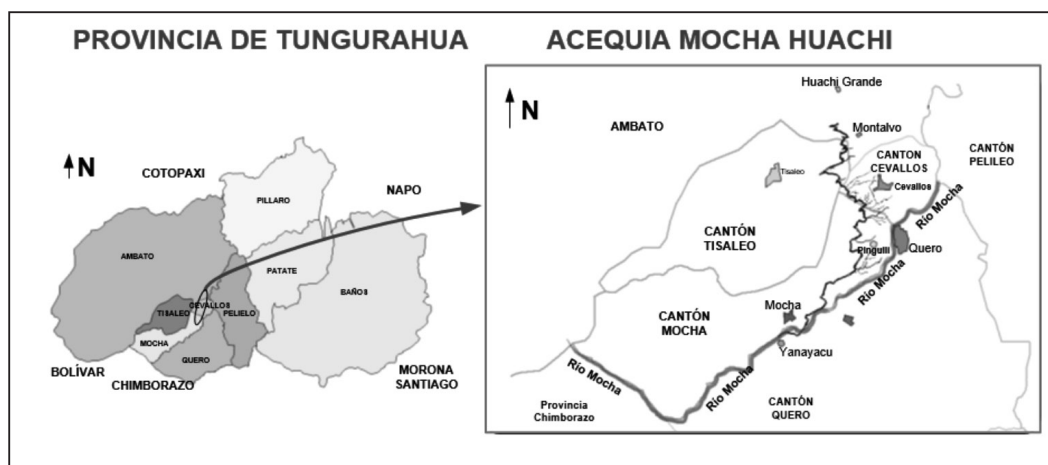


Figura 1. Ubicación y red de distribución de la acequia Mocha Huachi.

La superficie bajo riego de la acequia es de 1232 ha y el número de agricultores catastrados que hacen uso de estas aguas asciende a 1557. El mayor número de usuarios y área de riego se sitúan en

los óvalos Tunga y Lozada; mientras que en los óvalos Pulluco y Cachiguayco, al tener influencia de la expansión urbana, registran cifras inferiores (ver Tabla 1).

Tabla 1. Superficie bajo riego y número de usuarios de la acequia Mocha-Huachi.

ÓVALO	Usuarios		Superficie			
	Número	%	(ha)	%	promedio por usuario (ha)	
1 Pulluco	148	11	174	16	1.18	
2 Pinguilí	302	21	197	19	0.65	
3 Tunga	336	24	255	24	0.76	
4 Cachiguayco	190	13	102	10	0.54	
5 Lozada	339	24	328	31	0.97	
6 Montalvo	242	17	176	17	0.73	
TOTAL	1557	100	1232	100	0.79	

3.2 Historia de la acequia

La estructuración de la acequia Mocha-Huachi es el resultado de un proceso histórico que data de inicios del siglo XIX. En esos años, un terrateniente de la época colonial en Tungurahua, Gabriel Álvarez del Corro, captando aguas del río Mocha, emprendió la construcción de un canal de riego para la hacienda y obraje de Huachi. Tras la crisis de los obrajes en el transcurso del siglo XX, la propiedad es fraccionada con el consecuente traspaso de derechos hídricos hacia varios propietarios, entre los que se destaca la familia Bucheli que concentró la mayor parte de derechos al agua de la acequia denominada como “Huachi” (Reino, 2011).

A partir del control de la acequia en manos de una sola familia, el agua es comercializada bajo estrategias empresariales por Juan Elías Bucheli, amparado por la legislación que facultaba la transacción de este recurso. En este contexto, la población campesina accedió al líquido vital a inicios del siglo XX, mediante la compra de derechos a los dueños vía escrituras públicas (Nuñez & Vega, 1992).

Con el acceso al recurso hídrico, la población campesina se agrupa y funda en el año 1937 la Junta de Aguas de la Acequia Mocha-Huachi (MH). Desde esa época, la organización enfrentó una serie de conflictos con poblaciones que también accedieron a caudales desde el río Mocha, especialmente comuneros de Pelileo. También se presentaron mermas considerables en la disponibilidad de agua ocasionadas por el deterioro de las fuentes; así como, a finales del siglo XX e inicios del siglo XXI, por una significativa disminución del área de cobertura causada por la implementación del proyecto de riego Ambato-Huachi-Pelileo (AHP). Estos factores deterioraron significativamente el nivel organizativo en años subsiguientes, sin embargo, desde el año 2009 hasta la presente fecha, la Junta ha adquirido características organizativas relevantes (Tamayo, 2015).

3.3 Características de la organización

3.3.1. Legitimidad

La legitimidad orientada al ámbito institucional-organizacional se define como “una percepción generalizada o asunción de que las acciones de una entidad son deseables, convenientes, o apropiadas dentro de un sistema socialmente construido de normas, valores, creencias y definiciones” (Suchman, 2005, p. 574).

La importancia de su estudio radica en que es una característica elemental para la existencia y ejercicio de poder de las organizaciones campesinas (SOS Faim, 2003); y por tratarse de un elemento que confiere a una organización una aceptabilidad en un sistema social determinado (Martín, González & Román, 2010).

Esta característica puede ser otorgada a nivel interno (por sus miembros) y a nivel externo (por su entorno). En relación a la acequia MH, la totalidad de los usuarios de la acequia consideran que contar con esta virtud es importante para su organización y, al momento de analizarla se reflejaron los siguientes resultados: el 86% considera que la acequia MH cuenta con legitimidad; en contraste, el 14% no otorga esta característica y la asocia a una inequidad en la distribución del agua entre agricultores. En relación a su valorización, el 58% la ubica en un nivel medio y el 42% la ubica como alta pudiendo categorizarla, como una agrupación que cuenta con un nivel medio a alto de legitimidad desde la percepción de los usuarios.

En relación a la percepción de la dirigencia, se le atribuye niveles altos de legitimidad y se la asocia con el cumplimiento del plan de actividades. Al tratar el tema con los actores externos, es común una percepción positiva hacia la acequia y una consecuente aceptación de su forma de gestión, además de otorgarle altos niveles de legitimidad. Entre las principales virtudes que son apreciadas por instituciones públicas y privadas, se destaca la base organizativa del canal, el poder de convocatoria, estado de mantenimiento de infraestructura, niveles bajos de conflictividad y liderazgo.

Los niveles de legitimidad alcanzados por la organización, tanto a nivel interno como externo, le ha permitido a la organización obtener una aceptabilidad que se ha traducido en varios méritos como: participación activa en espacios de debate para la elaboración de propuestas vinculadas con la gestión del recurso hídrico a nivel nacional y provincial; además de lograr soporte en maquinaria, revestimiento de canales, riego por aspersión, infraestructura para desarrollo agrícola, capacitación, investigación, entre otros.

3.3.2. Democracia

La elección de representantes en la acequia MH mediante asamblea extraordinaria y ausencia de comicios, es una característica identificable en la organización. Esta modalidad se ha implementado por ausencia de candidaturas, con una consecuente reelección de representantes, especialmente

del Presidente del Directorio de la acequia por seis ocasiones consecutivas. Inicialmente se puede insinuar la inexistencia de alternancia a los cargos y una falta de competencia, como establecen los principios de democracia representativa; sin embargo, al abordar este tema con los usuarios se reflejó una conformidad con el proceso. Un elevado porcentaje de encuestados, el 89%, manifestó tener conformidad respecto a cómo se eligen a los representantes de la acequia, frente al 11% que indicó lo contrario.

Entre los factores que contribuyen a consolidar esta forma de elección de representantes, su aceptación y la reelección de dirigentes, se destaca el nivel de gestión alcanzado por la actual administración, traducido en cambios visibles para la mayoría de agricultores usuarios de la acequia. A su vez, es importante destacar que también está asociado a un nivel de auto-seguridad de los campesinos para garantizar la continuidad de mejoras y finalización de proyectos que la dirigencia ha emprendido en el transcurso de estos últimos cinco años.

A pesar de estos aspectos positivos, también se reflejó la ausencia de nuevos liderazgos y un nivel de desinterés de la población en asumir estos roles.

3.4 Tipos de productores y sistemas de producción

En la zona de influencia de la acequia MH predomina la pequeña producción campesina (predios menores a 5 ha). Sin embargo, entre los agricultores se evidencian diferencias en relación al acceso a la tierra y orientación productiva (Tabla 1).

Los campesinos con menor acceso a la tierra y que poseen predios menores a 0.5 ha son catalogados como “minifundistas” (Tipo A). También existen propiedades con extensiones de entre 0.5 y 2 ha, las cuales pertenecen a agricultores con orientación productiva diversificada y producción frutícola (Tipos B, C y D). Finalmente, existen productores con mayor acceso a la tierra (2-5 ha), que la valorizan principalmente con pastizales para la crianza de animales mayores y cultivos para la venta (Tipo E). La técnica de riego predominante es por inundación; sin embargo, existen explotaciones que usan sistemas de riego por aspersión y goteo, en productores con mayor acceso a la tierra o que han intensificado la producción frutícola (Tabla 2).

Tabla 2. Tipos de productores y acceso al riego en la acequia Mocha-Huachi.

Tipos de productores	Superficie (ha)				Método de riego	Orientación Productiva	
	Total	Con riego		Sin riego			
		(ha)	%				(ha)
Campeños minifundistas (Tipo A).	0.17	0.16	94	0.01	6	Inundación	Producción para autoconsumo y venta.
Campeños diversificados (Tipo B).	1.05	1.05	100	0	0	Inundación	Ciclo corto, frutales y crianzas menores.
Campeños fruticultores con crianzas menores (Tipo C)*.	1.13	1.13	100	0	0	Inundación	Huertas frutales y crianzas menores.
Campeños fruticultores intensivos con crianzas menores (Tipo D).	0.58	0.58	100	0	0	Inundación y/o goteo	Huertas frutales intensivas y crianzas menores.
Campeños medianos con crianzas mayores (Tipo E).	4.20	4.20	100	0	0	Inundación y/o aspersión	Pastizales, ciclo corto y crianzas mayores.

*Tipo de productor predominante.

3.5. Funcionamiento de los sistemas de producción campesinos

3.5.1. Disponibilidad de mano de obra familiar

Una característica histórica de la pequeña producción campesina es el uso predominante de mano de obra familiar para la actividad agrícola (Boelens, 1998), sin embargo, en la actualidad se observa un proceso de disminución progresiva del núcleo de parentesco. En décadas anteriores el tamaño promedio de hogar era de 10 personas (el padre, la madre, los hijos e inclusive los abuelos podían estar inmersos en la producción). En la actualidad, debido a factores como la formación profesional y la migración de los hijos, el tamaño de hogar promedio se ha reducido incluso a menos del 50% (Tabla 2), permaneciendo en las fin-

cas únicamente los padres (con 60 a 80 años de edad) y, en ocasiones, uno o dos hijos cuyas perspectivas muchas veces ya no son de carácter agrícola.

3.5.2. Destino de la mano de obra familiar

Mientras los campesinos con mayor edad destinan la totalidad de la mano de obra para la producción predial (Tipos A y C), los productores con mayor disponibilidad de fuerza de trabajo (Tipos B y D), cuyos hijos son todavía jóvenes, se insertan en actividades no agrícolas como la industria textil, calzado o pequeños negocios (Tabla 3). Caso particular constituyen los agricultores con mayor acceso a la tierra (Tipo E) que, a pesar de tener limitada mano de obra, destinan un apreciable porcentaje de tiempo para la gestión de pequeños negocios.

Tabla 3. Evolución de la composición familiar por tipo de productor en la acequia Mocha-Huachi.

Tipos de productores	Antes		Diferencia		Actual		Miembros que se dedican a la agricultura	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	Edad (años)
A	9	100	6	67	3	33	3	80; 50 a 60
B	11	100	6	55	5	45	2	60 a 70
C	6	100	3	50	3	50	2	60 a 70
D	5	100	0	0	5	100	2	50 a 60
E	6	100	3	50	3	50	3	70 a 80; 40 a 50

A pesar de registrar una reducción en la disponibilidad de fuerza de trabajo familiar, el uso de mano de obra para la producción agrícola es eminente

de origen familiar (Tabla 4). Sin embargo, en ocasiones se demanda fuerza de trabajo contratado para determinadas labores (Tabla 5).

Tabla 4. Destino de la mano de obra familiar de los productores en la acequia Mocha-Huachi.

Tipos de productores	UTF Total	Días	UTF finca		UTF fuera finca		Actividades
			Días	%	Días	%	
A	1.4	308	308	100	0	0	Ninguna por su edad
B	3.7	814	286	35	528	65	Industria textil, calzado.
C	2.0	440	440	100	0	0	Ninguna por su edad
D	4.1	902	462	51	440	49	Industria calzado
E	1.5	330	264	80	66	20	Negocios

UTF: Unidades de trabajo Familiar.

Tabla 5. Uso de la mano de obra, según tipos de productores, en la acequia Mocha-Huachi.

Tipos de productores	UTF Total		UTF familiar		UTF contratado	
	Días	%	Días	%	Días	%
A	308	100	308	100	0	0
B	286	100	286	100	0	0
C	440	100	440	100	0	0
D	494	100	462	98	10	2
E	338	100	264	78	74	22

3.5.3. Ingresos agropecuarios

El ingreso agropecuario de un campesino se obtiene como resultado de la actividad agrícola de su explotación. En general, las remuneraciones de todos los tipos de productores son bajas, con un rango de entre US \$ 1267 y US \$ 5.000 por año (Tabla 6). Sin embargo, existen diferencias

en términos de disponibilidad de tierra y orientación productiva. Los agricultores con más bajos ingresos son los minifundistas (Tipo A), pequeños campesinos diversificados (Tipo B) y fruticultores (Tipo C). En contraste, agricultores con mayor acceso a la tierra, que han especializado su producción, obtienen una mayor remuneración (Tipos D y E).

Tabla 6. Ingresos agropecuarios por tipo de productor en la acequia Mocha-Huachi

Tipos	Superficie (ha)	PB	CI	Dep.	VAN	Pago salarios	Pago riego	Crédito y otros	IAN
		US \$ /año	US \$ /año	US \$ /año	US \$ /año	US \$ /año	US \$ /año	US \$ /Año	US \$ /año
A	0.17	1866	462	97	1307	0	40	0	1267
B	1.05	4921	1734	252	2935	456	92	115	2272
C	1.13	7434	3226	387	3821	0	45	0	3776
D	0.58	12876	3299	713	8864	191	20	3600	5053
E	4.2	11342	4851	645	5846	1.028	100	0	4718

PB: Producto Bruto; **CI:** Consumos Intermedios; **Dep.:** Depreciación; **VAN:** Valor agregado Neto; **IAN:** Ingreso Agropecuario Neto.

El excedente representa la ganancia resultante del trabajo en la finca. Para la mayoría de los campesinos, la labor invertida en el predio no permite obtener ga-

nancias, situación que se agrava a medida que se reduce el tamaño de la explotación. En contraste, la tipología E, compuesta por agricultores con mayor acceso a

la tierra y con orientación a la crianza de animales bovinos, constituye la única categoría que presenta exceden-

tes, superando incluso en un 39% al valor promedio del costo de oportunidad en la zona (Tabla 7).

Tabla 7. Excedente por tipo de productor en la acequia Mocha Huachi.

Tipos de productores	Costo de oportunidad Mano de obra familiar				Ingreso agropecuario			Excedente		
	Días trabajo familiar	Día	Ha	Finca	IAN/día	IAN /finca	IAN /ha	Día	ha	Finca
		US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$	US \$
A	308	13	23553	4004	4	1267	7453	-9	-16100	-2737
B	286	13	3541	3718	8	2272	2164	-5	-1377	-1446
C	440	13	5062	5720	9	3776	3341	-4	-1721	-1944
D	462	13	10355	6006	11	5053	8712	-2	1643	-953
E	264	13	817	3432	18	4718	1123	5	306	1286

3.5.4. Composición del ingreso total

El ingreso generado por la actividad agropecuaria no satisface las necesidades familiares en la mayoría de los casos y, menos aún, permite realizar mejoras en la finca. Por tal motivo, la obtención de otros ingresos vinculados o no con la agricultura es inevitable para garantizar la manutención de la fami-

lia. Los principales rubros se sitúan en pensiones por jubilación, bono de desarrollo humano y pequeños negocios. Además, cuando se dispone de mano de obra familiar, con una mayor actividad laboral (Tipo B y D), se inserta en la industria textil, de calzado o transporte menor. En todos los casos, el ingreso no agrícola puede representar alrededor del 50% del ingreso familiar total (Tabla 8).

Tabla 8. Composición del ingreso total de los campesinos en la acequia Mocha-Huachi.

Tipos de productores	Ingreso total familiar		Ingreso Agropecuario Neto		Otros ingresos	
	USD/año	%	USD/año	%	USD/año	%
	A	2467	100	1267	51	1200
B	6272	100	2272	36	4000	64
C	7376	100	3776	51	3600	49
D	10453	100	5053	50	5400	50
E	9518	100	4718	50	4800	50

3.5.5. Tendencias de evolución

La Figura 2 refleja los cambios y tendencias de los agricultores residentes en la zona de influencia de la acequia Mocha-Huachi. La situación que enfrenta la pequeña producción campesina refleja una problemática común. A pesar de ello, se puede identificar varias perspectivas de evolución en la composición de los ingresos y perspectivas familiares. Los campesinos minifundistas, con fuerza de trabajo más joven, tienden a convertirse en asalariados permanentes dentro o fuera del área de influencia de la acequia, mientras que las familias con miembros envejecidos depende en mayor medida de bonos u otras fuentes de ingresos que puedan obtener para poder subsistir. Los productores diversificados progresivamente intensificarán la producción, especialmente con la crianza de especies menores como cuyes, con la finalidad de disminuir la dependencia de ingresos externos; o al contrario, los hijos al momento de heredar parte de la propiedad, tienden a valorizarla con una huerta frutal y a desarrollar actividades fuera del predio. Para los pequeños fruticultores (Tipo C), de edad avanzada, se observa una tendencia a disminuir progresivamente la actividad agrícola para depender en

mayor parte de sus jubilaciones, en caso de disponerlas, o la búsqueda de otras fuentes de ingreso como venta de parte de sus terrenos, principalmente a población de la ciudad de Ambato. Los fruticultores intensivos dependen en mayor medida de la actividad agrícola por la demanda de trabajo que amerita el mantenimiento de nuevos cultivos; no obstante, la limitada cantidad de tierra que poseen obliga a algunos miembros de la familia a incursionar en el empleo fuera de finca. Los campesinos con mayor acceso a la tierra tienden a consolidarse como pequeños productores de ganado, por las mejoras que implementan a nivel de finca. Además, esto les permite implementar pequeños negocios para poder diversificar los ingresos familiares. Finalmente, es importante mencionar que población de otros sectores rurales y de la ciudad de Ambato, con o sin vínculo con los actuales agricultores, progresivamente adquiere terrenos con la finalidad de implementar granjas de descanso, en algunos casos haciendo uso de su jubilación o para dedicarse a la producción agrícola intensiva. Esta particularidad da origen a nuevas categorías de campesinos “ciudadinos” que podrían ser incluso catalogados como minifundistas, con actividades no agrícolas especializadas o como pequeños fruticultores.

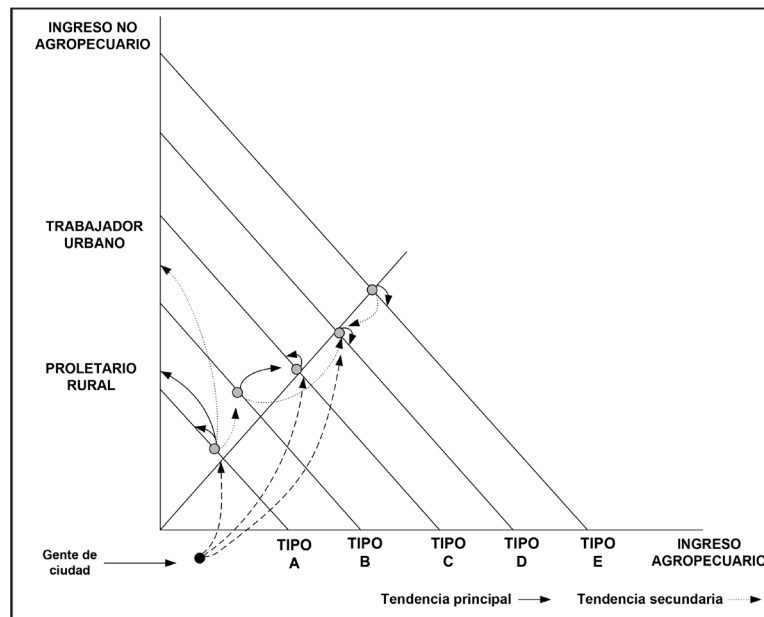


Figura 2. Tendencias de evolución de los campesinos en la acequia Mocha Huachi.

4. Conclusiones

Del análisis histórico relacionado con la conformación de la organización, se identificaron períodos en los cuales el recurso hídrico fue manejado por un único propietario, una familia y finalmente un grupo organizado. A partir de la agrupación social, año 1937, ésta ha experimentado altas y bajas en su capacidad de gestión. Pero, es a partir del año 2009 en el cual adquiere

características relevantes como legitimidad y un buen nivel de gestión, que han otorgado a la acequia MH una aceptabilidad necesaria para beneficiarse de apoyos de instituciones públicas y privadas. La perspectiva organizativa ha sido orientada a la creación de condiciones para el impulso de la producción bajo riego; no obstante, la agricultura campesina inserta en el sistema atraviesa una problemática socioeconómica que rebasa el accionar de la organización de regantes.

A pesar de que la mayoría de usuarios de la acequia se caracteriza por tener predios pequeños, de 0.5 ha a 4 ha, puede evidenciarse una diversidad de sistemas de producción: autoconsumo y venta de excedentes (Tipo A); diversificados (Tipo B); huertas frutales con crianzas menores (Tipo C); huertas frutales intensivas con crianzas menores (Tipo D); y, sistemas extensivos con crianzas mayores (Tipo E).

La composición de la familia campesina ha sufrido una reducción sustancial en el número de sus miembros, incluso, a menos del 50% del tamaño original del hogar. La fuerza de trabajo familiar tiene dos destinos: producción predial y actividades fuera de la finca, con notables diferencias en función de los tipos de productores identificados.

Los agricultores usuarios de la acequia MH poseen distintos niveles de ingresos. Entre los principales factores que influyen en la remuneración se destaca disponibilidad de tierra, orientación productiva y precios de productos. Los campesinos minifundistas (Tipo A) poseen la menor remuneración agrícola, apenas US \$1267 al año y US \$ 4 por día. En contraste, productores con mayor acceso a

medios de producción (Tipo D) logran obtener mayores ingresos (US \$ 4718 por año y US \$ 18 por día), superando en alrededor de cuatro veces a los minifundistas. La intensificación de la producción en el caso de algunos usuarios con cultivos de mora o fresa (Tipo D) les permite obtener un mejor ingreso agrícola (US \$ 5053 por año y US \$ 11 por día), en comparación con el resto de campesinos. Sin embargo, la implementación de este tipo de sistemas de producción demanda una alta inversión inicial y es propia de agricultores más jóvenes. A pesar de que existen diferencias entre los tipos de agricultores, un rasgo común para la mayoría es que no alcanzan una remuneración que supere el costo de oportunidad de un salario agrícola en la zona (US \$ 13 por día), a excepción de los productores con mayor cantidad de terreno (Tipo D) que lo sobrepasan en más del 30%. Los bajos ingresos agropecuarios y la ausencia de excedente o ganancia registrada en la mayor parte de las categorías analizadas constituyen factores que determinan las tendencias de evolución y preferencias de la población joven hacia otras ramas no vinculadas con la agricultura; a pesar de contar con un entorno organizativo importante.

Referencias

- Apollin, F. y Eberhart, C. (1998). *Metodología para el análisis y evaluación de sistemas de riego campesinos*. Riego. Quito, Ecuador: Camaren.
- Boelens, R. (1998). Economía Campesina y Riego Andino. En. *Buscando la equidad: Concepciones sobre justicia y equidad en el riego campesino* (pp.247-258). Van Gorcum.
- MAGAP. (2016). *La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial sustentable: 2015-2025 I parte*. Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.
- MAGAP. (2013). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2012-2027*. Ecuador: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca -Subsecretaría de Riego y Drenaje.
- Martín, D., González, B., Román, P. (2010). *Legitimidad como factor clave del éxito organizativo*. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa Vol. 16, Nº 3. Recuperado de: <http://www.aedem-virtual.com/>. Fecha de consulta: Agosto, 2014.
- Núñez, P., Vega, J. (1992). *Análisis histórico de la problemática de riego en la provincia de Tungurahua*. (Tesis). Universidad Católica del Ecuador.
- Facultad de Ciencias Humanas. Departamento de Ciencias Históricas.
- Reino, P (2011). *Canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo. Tungurahua: Gente de acequias Análisis histórico de la problemática de riego en la provincia de Tungurahua*. Apuntaciones para una historia. Quito: Editorial Pedagógica Freire.
- Román, P., Gaybor, A. (2006). *Impactos del riego en los sistemas de producción de Licto*, Chimborazo, 2006. Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas.
- SOS Faim (2003). *Legitimidad y representatividad de las organizaciones campesinas*. SOS Faim: Revista: Dinámicas Campesinas, número 1. Disponible en URL: <http://www.sosfaim.org/be/>. [consulta 1 de septiembre de 2014].
- Suchman, M. C. (1995). Managing legitimacy: Strategic and institutional approaches. *Academy of management review*, 20(3), 571-610.
- Tamayo, O. (2015). *Análisis de las economías campesinas en la acequia Mocha Huachi*. (Tesis). Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigación y Posgrado.

Motivaciones para el consumo de productos agroecológicos en Quito

Motivations to the consumption of agroecological foodstuffs in Quito

Cristian Vasco¹, Carolina Sánchez¹, Víctor Hugo Abril², Karina Limaico¹, David Eche¹, Gioconda García¹

✉ : clvasco@uce.edu.ec

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

2 Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE. Sangolquí, Ecuador

Resumen

Con datos de una encuesta realizada a los compradores de la Feria Agroecológica de “La Carolina”, este trabajo analiza los determinantes socioeconómicos del consumo de productos agroecológicos en Quito. Los resultados de análisis descriptivos y multivariados indican el *bien personal* (salud) es la principal (única) motivación para el consumo de alimentos agroecológicos. Si bien este hallazgo es consistente con estudios previos realizados en países de Europa y Norteamérica, los resultados de este estudio también reflejan que criterios relacionados con el *bien social* (la sustentabilidad de la producción agrícola, la protección del medio ambiente, el bienestar de los pequeños productores y la seguridad y soberanía alimentaria) no tienen ninguna incidencia en las decisiones de consumo de productos agroecológicos.

Palabras clave: Alimentos agroecológicos, determinantes, consumo, Quito, Ecuador.

Abstract

With data from a survey conducted among the customers of the “la Carolina” Agroecological Fair, this work analyzes the socioeconomic determinants of agroecological foodstuffs consumption in Quito. The results of descriptive and multivariate analyses reveal the personal well (health) is the principal (only) motivations to consume agroecological foodstuffs. Although this finding is consistent with prior research conducted in European and North American countries, the results presented here also reflect that factors related to the social well (sustainability of agricultural production, conservation, the welfare of small-scale farmers, and food sovereignty and food security) have no effect on decisions concerning agroecological consumption.

Keywords: Agroecological foodstuffs, determinants, consumption, Quito, Ecuador.

1. Introducción

La agricultura ecológica surge como una alternativa a la producción convencional, la cual se caracteriza por el uso óptimo de los recursos naturales, la prohibición del uso de productos químicos sintéticos y de organismos genéticamente modificados para el control de plagas y enfermedades, la conservación de los suelos y el respeto al ecosistema y de las personas (IFOAM, 2015). Este sistema prioriza la conservación del medio ambiente, promueve relaciones justas y el mejoramiento de la calidad de vida para todos los involucrados. Por tanto, los alimentos producidos ecológicamente están asociados a múltiples beneficios en la salud de las personas, además de ser considerados como una alternativa de producción agrícola en armonía con la naturaleza (Luttikholt, 2007).

En las últimas décadas, la demanda y el consumo de alimentos producidos ecológicamente se ha incrementado de manera significativa, alcanzando los US \$ 38.6 billones en el 2006 (Andrade & Flores, 2008). En el Ecuador, Los primeros esfuerzos para introducir la agricultura ecológica fueron liderados por ONGs durante la década de los noventa. A partir de entonces, la superficie cultivada se ha incrementado sustancialmente desde los años noventa llegando a ocupar el 0.69% de la superficie total cultivada en el 2011. Productos como el cacao, café, banano, caña de azúcar y quinua, los cuales son orientados fundamentalmente a la exportación a países de la Unión Europea (Andrade & Flores, 2008).

La literatura clasifica a las motivaciones para el consumo de productos ecológicos en: motivaciones del *bien personal* y motivaciones del *bien social* (Bravo, Cordts, Schulze, & Spiller, 2013; OECD, 2014). En el primer caso el individuo consume alimentos ecológicos para satisfacer sus necesidades personales (e.g., salud y características del producto, mientras que en el segundo lo hace para apoyar causas sociales o ambientales (e.g., conciencia ambiental, apoyo a productores locales). En la práctica, el consumo de productos ecológicos está principalmente motivado por razones de salud y conservación del medio ambiente y en menor grado por apoyo a productores locales y bienestar animal (Kvakkestad, Berglann, Refsgaard, & Flaten, 2017). Mucho se ha escrito sobre los determinantes del consumo de productos ecológicos (Bravo et al., 2013; Lockie, Lyons, Lawrence, & Grice, 2004; Lockie, Lyons, Lawrence, & Mummary, 2002; O'Donovan & McCarthy, 2002; Pino, Peluso, & Guido, 2012; Schifferstein & Ophuis, 1998), sin embargo, estos estudios se enfo-

can en los hábitos de consumo en países desarrollados; mientras que por otro lado, existe escasa literatura que aborde las motivaciones de consumo de productos ecológicos en los países menos desarrollados.

En el caso de Ecuador, si bien es cierto existe literatura exploratoria y descriptiva sobre el mercado de productos ecológicos/orgánicos” (Andrade & Flores, 2008; VECO-ECUADOR, 2014), no existen estudios explicativos que determinen las motivaciones de los consumidores de productos agroecológicos. Con datos de una encuesta realizada a clientes de las ferias agroecológicas organizadas por CONQUITO, este estudio intenta responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son las motivaciones socioeconómicas para adquirir productos agroecológicos? El resto de este estudio se organiza de la siguiente manera.

2. Materiales y métodos

En esta sección se aborda las estrategias de muestreo, se describe brevemente el formato de encuesta y se detallan las técnicas estadísticas utilizadas.

2.1. Muestreo y Encuestas

Los datos provienen de una encuesta realizada a los compradores de la Feria Agroecológica del Parque “La Carolina” durante el mes de abril de 2017. La Feria del Agroecológica tiene lugar semanalmente y congrega productores urbanos organizados en torno al proyecto AGRUPAR. En el marco de este proyecto, los agricultores urbanos reciben capacitación y asistencia técnica en la implementación de huertos orgánicos comunitarios, la formación de microempresas asociativas, comercialización y procesamiento de alimentos (Mena Pérez, 2012).

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de “flujo de poblaciones”, en la cual el encuestador aproxima a los individuos con las características buscadas en un lugar donde estos tienden a concentrarse con un objetivo en particular. Esta técnica es la manera más efectiva de aproximar una población con características específicas cuando un muestreo general resultaría ineficiente dado lo selectivo del grupo de interés (Arthur & Nazroo, 2003). Para el presente estudio, se buscaron individuos mayores de edad que consuman productos agroecológicos.

El formato de encuesta incluyó tres partes. En la primera se colectó información demográfica del encuestado y su hogar, así como de sus ingresos. La

segunda inquirió sobre el conocimiento y consumo de productos agroecológicos, hábitos de compra, atributos de los productos orgánicos que consumen, lugar de compra y el tiempo de consumo, mientras que en la tercera parte de la encuesta se indagó sobre los ingresos del encuestado. Para responder a la pregunta de investigación de este estudio. Una sección especial de la encuesta puso especial énfasis en indagar las motivaciones principales y secundarias para adquirir productos agroecológicos. Se consideraron las siguientes alternativas de respuesta: salud, conciencia ambiental y tendencia social. En total se encuestó a 104 consumidores de productos agroecológicos.

2.2. Análisis Estadístico

Como se refirió anteriormente, para el análisis se definieron las siguientes categorías de respuesta: salud, conciencia ambiental, estilo de vida y características del producto. Las variables dependientes de

interés fueron cuatro variables dicotómicas, las cuales tomaron el valor de uno si una de las tres alternativas de empleo es la motivación principal o secundaria para el consumo de productos agroecológicos:

$$\Pr(Y_i = K - 1) = \frac{e^{\beta_{K-1} \cdot X_i}}{1 + \sum_{k=1}^{K-1} e^{\beta_k \cdot X_i}} \quad (1)$$

Donde K es el número de alternativas de motivación para consumir productos agroecológicos (en este caso dos), una de las cuales es la motivación principal y/o secundaria para que un individuo i consuma productos agroecológicos, X es un vector de variables explicativas que serán descritas a continuación y β es un vector de coeficientes cuya magnitud y dirección son de fundamental interés para este estudio.

La Tabla 1 muestra las definiciones y estadísticas descriptivas de las variables dependientes e independientes incluidas en el análisis.

Tabla 1. Variables, definiciones y estadísticas descriptivas.

Variable	Definición	Promedio	Desviación estándar
<i>Variables dependientes</i>			
Salud (0/1)	Motivación principal es salud	0.87	-
Conciencia Ambiental (0/1)	Motivación principal es la conservación del medio ambiente	0.01	-
Tendencia (0/1)	Motivación principal es la tendencia actual	0.12	-
<i>Variables independientes</i>			
Edad	Edad del individuo	46.8	15.47
Mujer (0/1)	Individuo es mujer	0.53	-
Soltero (0/1)	Individuo es soltero	0.33	-
Jefe de hogar (0/1)	Individuo es jefe de hogar	0.56	-
Educación	Número de años de educación formal	15.80	3.52
Ingreso mensual	Logaritmo natural del ingreso anual (US \$)	18.64	

Nota: (0/1) indica que la variable es dicotómica

La probabilidad de consumir productos agroecológicos por una de las motivaciones arriba referidas fue modelada como una función de la edad de un individuo, su género, su estado civil, su posición en el hogar, el número de años de educación formal acumulados, su ingreso anual y el número de integrantes del hogar del cual proviene. Se espera que estos predictores tengan un efecto significativo en las variables dependientes propuestas.

3. Resultados

3.1. Análisis Descriptivo

La mayor parte de los compradores de productos agroecológicos tiene de entre 31 y 62 años, con un promedio de edad de 42 años. No se observa diferencias notorias en el género de los compradores de productos agroecológicos, con el 53% de mujeres y un 47% de hombres. La mayoría de los compradores son casados/unidos (67%) y son jefes de hogar (56%). El promedio de la escolaridad de los consumidores de productos agroecológicos es de

15.8 años, la cual es bastante más alta que la registrada para el resto de la población del Ecuador. En términos de ingresos, los compradores de productos agroecológicos tienen un ingreso promedio de mensual de ingresos de US \$ 1553, cifra que cuadruplica al salario mínimo vital en Ecuador. Finalmente, el hogar promedio de consumidores de productos agroecológicos tiene 3.7 individuos, más numeroso que el hogar promedio en el área urbana de Quito (3.4) (INEC, 2010).

La Figura 1 relaciona el nivel de ingresos mensuales de los encuestados y sus motivaciones de consumo. Un 95% de los encuestados con ingresos inferiores a los US \$ 1000 consume productos agroecológicos por motivaciones de salud. En tanto, un 89% de los consumidores con ingresos de entre US \$ 1000 y 2000 compra productos agroecológicos debido a que esto es una tendencia en la actualidad. Por su parte, un 30% de aquellos con ingresos superiores a los US \$ 2000 consumen productos agroecológicos por la categoría “tendencia”.

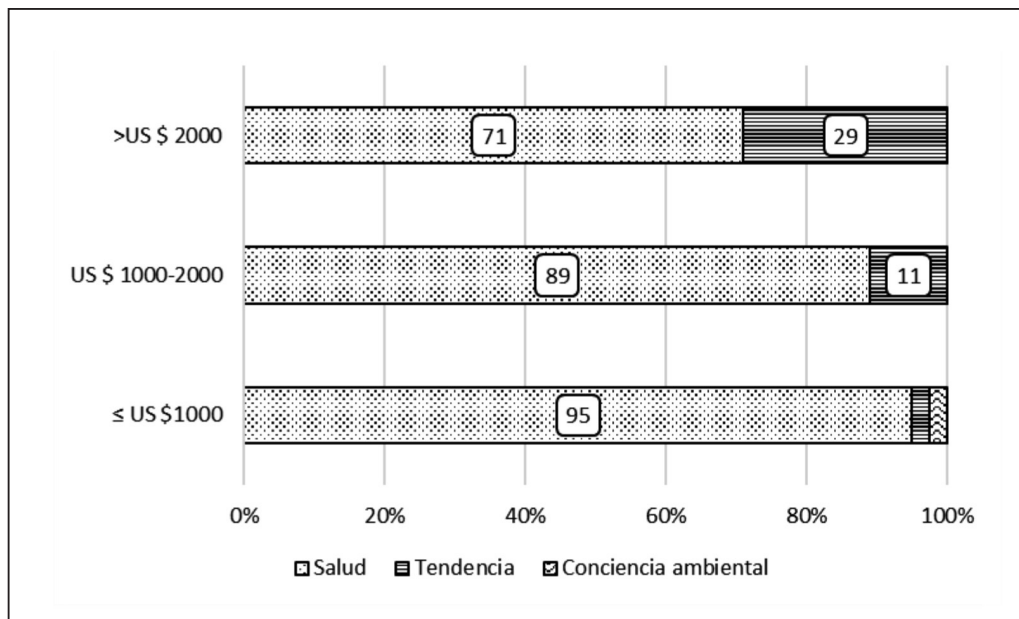


Figura 1. Relación entre ingresos mensuales (US \$) y motivaciones de compra.

En la Figura 2 se relaciona el nivel de gasto en productos agroecológicos y motivaciones para adquirirlos. Se observa que casi todos los encuestados, sin importar su nivel de gastos, consumen productos agroecológicos porque consideran que estos son más saludables que

los producidos de manera convencional, siendo este patrón más marcado para quienes hacen erogaciones altas (300-500 US \$/mes). Es notorio también que casi ninguno de los encuestados compra alimentos agroecológicos por motivaciones de conservación ambiental.

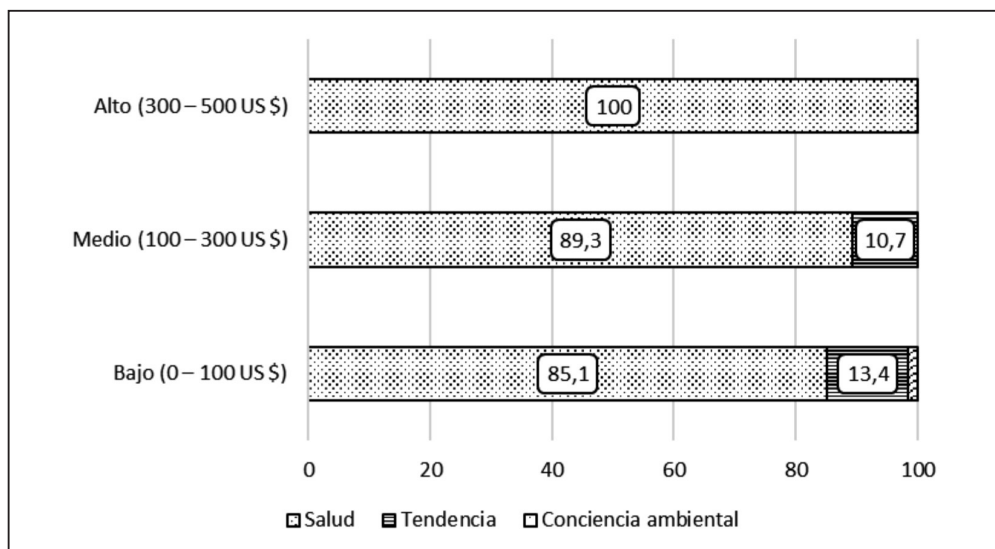


Figura 2. Relación entre ingresos mensuales (US \$) y motivaciones de compra.

3.2. Análisis Económico

Los efectos marginales de un análisis logit multinomial se presentan en la Tabla 2. La probabilidad de que un individuo adquiera productos agroecológicos debido a que hacerlo es una tendencia se reduce con la edad. Cada año (a partir de los 18) extra reduce esta probabilidad en 1.4%. Las probabilidades de consumir productos agroecológicos por motivaciones de salud son más altas para individuos solteros. El ser soltero incrementa la probabilidad de consumo en 12%. En contraparte, el ser soltero disminuye la probabilidad de consumir productos agroecológicos en 8%.

La probabilidad de adquirir productos agroecológicos por motivaciones de salud se reduce a medida que se incrementan los ingresos. Un incremento del 100% en los ingresos tiene como consecuencia una reducción de la probabilidad de consumo por motivos de salud en un 12%. Por el contrario, un incremento del 100% en los ingresos conlleva un incremento en la probabilidad de comprar productos agroecológicos con motivaciones de tendencia del 24%. Este hallazgo es consistente con las estadísticas descriptivas presentadas en la Figura 1, la cual muestra que los individuos con salarios mayores a los US \$ 2000 son quienes más consumen alimentos agroecológicos por motivaciones de tendencia.

Tabla 2. Logit multinomial con las motivaciones de Salud y de Tendencia como variables de respuesta (efectos marginales).

Variable	Salud	Tendencia
Edad	0.002	-0.014**
Edad al cuadrado	-0.000	0.000
Soltero (0/1)	0.121***	-0.084**
Jefe de hogar (0/1)	-0.042	0.018
Escolaridad	0.009	-0.000
Género (0/1)	-0.048	0.024
Ingreso mensual	-0.121**	0.245**
Integrantes	0.028	0.026
Hijos	-0.025	0.033
Prob. $\chi^2 > 0$	15***	18***
Número de observaciones	104	104

4. Discusión

La evidencia empírica presentada en este estudio muestra que el consumo de productos agroecológicos en Quito es principalmente motivado por razones de salud. Es así que el 87% de los encuestados en este estudio consume productos agroecológicos debido a que los considera más saludables que los convencionales, debido a que estos últimos se producen con pesticidas y fertilizantes químicos. Estos resultados son consistentes con varios estudios previos realizados en países desarrollados como Australia (Lockie et al., 2002), Holanda (Schifferstein & Ophuis, 1998), Italia (Gracia & de Magistris, 2008), Irlanda (O'Donovan & McCarthy, 2002), Estados Unidos (Durham & Andrade, 2005), Reino Unido (Tregear, Dent, & McGregor, 1994), Noruega (Kvakkestad et al., 2017) y Nueva Zelanda (Squires, Juric, & Bettina Cornwell, 2001), los cuales concluyen que la salud es una de las principales motivaciones para consumir productos orgánicos. Sin embargo, estos estudios también indican que la conciencia ambiental es un importante determinante del consumo de productos agroecológicos, factor que, en este caso, no tiene ningún peso en las decisiones de consumir productos agroecológicos. El único determinante de relativa importancia después de la salud el consumo de alimentos agroecológicos como una tendencia actual, es decir, aquellos individuos que compran productos agroecológicos debido a que otras personas dentro de su círculo social lo hacen o porque hacerlo es socialmente deseable.

Tanto las estadísticas descriptivas como el análisis probabilístico demuestran que el consumo de alimentos agroecológicos con motivaciones de salud es más frecuente en los segmentos de ingresos altos (> US \$ 2000), mientras que este mismo grupo concentra a al grupo de individuos que adquieren productos agroecológicos debido a que hacerlo es una tendencia actual. Estos resultados muestran que los consumidores de productos agroecológicos de Quito valoran más las motivaciones del *bien personal* (salud) que las del *bien social* (medio ambiente, apoyo a los pequeños productores, bienestar animal) (OECD, 2014).

Uno de las principales limitantes para la masificación del consumo de productos agroecológicos es la escasa difusión sobre los beneficios de su con-

sumo (Vasco, Palacios, & Paspuel, 2015). Más allá de esto, los resultados de este estudio muestran que casi la totalidad de encuestados consumen alimentos agroecológicos únicamente por motivos de salud. Cabe señalar que la producción ecológica no solo se enfoca en producir alimentos más saludables, sino también en la protección del medio ambiente y en la creación de un sistema socialmente justo. Ante esto, las campañas publicitarias no deberían enfocarse únicamente en los beneficios individuales (salud) del consumo, sino que también deberían enfatizar en factores asociados con el *bien social* como el apoyo a pequeños productores, protección del medio ambiente, fomento a la equidad, entre otros.

5. Conclusiones

Este estudio ha analizado las motivaciones para consumir productos ecológicos en Quito. Los resultados de un análisis logit multinomial sugieren que, en su gran mayoría, los consumidores quiteños compran productos agroecológicos por motivaciones del bien personal, es decir porque asumen que los alimentos agroecológicos son más saludables que aquellos producidos de manera convencional. Curiosamente, la única motivación de compra diferente a la salud es que consumir productos agroecológicos es una tendencia actual, lo cual ocurre principalmente en los estratos con mayores ingresos.

Más allá de estos resultados, este estudio también ofrece algunas recomendaciones para políticas encaminadas a promover la agroecología como herramienta para la conservación del medio ambiente y la biodiversidad (MAGAP, 2013); y es que la gran mayoría de consumidores priorizan casi exclusivamente los beneficios individuales (salud) por sobre los beneficios sociales (conciencia ambiental). En este sentido, se precisan campañas de difusión de los alimentos ecológicos más allá de sus beneficios para la salud, enfatizando en que la producción ecológica involucra otros criterios como la sustentabilidad de la producción agrícola, la protección del medio ambiente, el bienestar de los pequeños productores y la seguridad y soberanía alimentaria. Esto contribuiría a darle un sentido más amplio a este segmento de producción y a la creación de una cultura de consumo de productos ecológicos.

Agradecimientos

Este artículo se redactó en el marco del proyecto de investigación titulado: *Determinantes So-*

cioeconómicos de la Producción y Consumo de Productos Agroecológicos en la Sierra Ecuatoriana, financiado por la Universidad Central del Ecuador.

Referencias

- Andrade, D., & Flores, M. (2008). Consumo de productos orgánico / agroecológicos en los hogares ecuatorianos.
- Arthur, S., & Nazroo, J. (2003). Designing Fieldwork Strategies and Materials In J. Ritchie & J. Lewis (Eds.), *Qualitative Research Practice: A Guide for Social Science Students and Researchers* (pp. 109-137). London.
- Bravo, C. P., Cordts, A., Schulze, B., & Spiller, A. (2013). Assessing determinants of organic food consumption using data from the German National Nutrition Survey II. *Food Quality and Preference*, 28(1), 60-70.
- Durham, C. A., & Andrade, D. (2005). Health vs. environmental motivation in organic preferences and purchases. Paper presented at the American Economics Association Annual Meeting.
- Gracia, A., & de Magistris, T. (2008). The demand for organic foods in the South of Italy: A discrete choice model. *Food Policy*, 33(5), 386-396.
- IFOAM. (2015). *Principles of Organic Agriculture*.
- INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda-2010*. Retrieved from: <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>
- Kvakkestad, V., Berglann, H., Refsgaard, K., & Flaten, O. (2017). Citizen and consumer evaluation of organic food and farming in Norway. *Organic Agriculture*, 1-17.
- Lockie, S., Lyons, K., Lawrence, G., & Grice, J. (2004). Choosing organics: a path analysis of factors underlying the selection of organic food among Australian consumers. *Appetite*, 43(2), 135-146.
- Lockie, S., Lyons, K., Lawrence, G., & Mummery, K. (2002). Eating 'green': motivations behind organic food consumption in Australia. *Sociologia ruralis*, 42(1), 23-40.
- Luttikholt, L. W. (2007). Principles of organic agriculture as formulated by the International Federation of Organic Agriculture Movements. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 54(4), 347-360.
- MAGAP. (2013). *Normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador*. Quito, Ecuador: MAGAP.
- Mena Pérez, V. E. (2012). Evaluación integral del programa AGRUPAR de Conquito correspondiente al Distrito Metropolitano de Quito.
- O'Donovan, P., & McCarthy, M. (2002). Irish consumer preference for organic meat. *British Food Journal*, 104(3/4/5), 353-370.
- OECD. (2014). *Greening Household Behaviour*.
- Pino, G., Peluso, A. M., & Guido, G. (2012). Determinants of regular and occasional consumers' intentions to buy organic food. *Journal of Consumer Affairs*, 46(1), 157-169.
- Schifferstein, H. N., & Ophuis, P. A. O. (1998). Health-related determinants of organic food consumption in the Netherlands. *Food Quality and Preference*, 9(3), 119-133.
- Squires, L., Juric, B., & Bettina Cornwell, T. (2001). Level of market development and intensity of organic food consumption: cross-cultural study of Danish and New Zealand

consumers. *Journal of Consumer Marketing*, 18(5), 392-409.

Tregear, A., Dent, J., & McGregor, M. (1994). The demand for organically grown produce. *British Food Journal*, 96(4), 21-25.

Vasco, C., Palacios, G., & Paspuel, S. (2015). Determinantes socioeconómicos del consumo

de productos ecológicos en Quito. *Siembra*, 2(1), 23-28.

VECO-ECUADOR. (2014). La agroecología está presente: Mapeo de productores agroecológicos y del estado de la agroecología en la sierra y costa ecuatoriana. Quito, Ecuador: VECO.

*Influencia de diferentes sistemas de cultivo en la calidad del tallo y las características de macronutrientes en *Solidago canadensis**

*Influence of different cultivation systems in stem quality and macronutrient characteristics in *Solidago canadensis**

Maria Yumbra Orbes¹, Nicolás Ignacio Stahringer² & José Geraldo Barbosa³

✉ : myumbra@uce.edu.ec

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

2 Departamento de Suelos, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-000, Viçosa-MG. Brasil.

3 Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-000, Viçosa-MG. Brasil.

Resumen

El cultivo de solidago es una actividad relativamente nueva en Brasil, por lo que existe escasa información sobre las prácticas de manejo adecuadas para aumentar su eficiencia productiva. Aspectos como la poda, sistemas de manejo del cultivo y demanda nutricional son poco conocidos para esta especie. Los objetivos de este estudio fueron determinar cómo diferentes sistemas de manejo de cultivo pueden afectar en: (1) el rendimiento y la calidad de los tallos de solidago, (2) el peso seco total de la planta y la acumulación de macronutrientes a lo largo del ciclo del cultivo y (3) la concentración de macronutrientes en hojas durante el ciclo del cultivo. Se utilizó una solución nutritiva con macro y micronutrientes para fertirrigar el cultivo durante todo su ciclo. Se realizó un pinzamiento cinco días después del trasplante (DDT). Inicialmente, no se observaron diferencias significativas en la longitud de los tallos. Sin embargo, a los 75 y 90 DDT, las plantas con un solo tallo presentaron mayor longitud. A lo largo del ciclo de cultivo se observó un incremento de la acumulación de macronutrientes. La acumulación de nutrientes siguió el siguiente orden: $K > N > Ca > Mg > S > P$. Los tres sistemas de manejo de cultivo produjeron tallos de solidago con longitudes y peso fresco acordes a los estándares comerciales. Plantas cultivadas con uno, dos y tres tallos tuvieron pesos secos totales estadísticamente iguales. Las plantas de solidago deben ser conducidas con tres tallos, ya que este sistema de manejo no afecta la concentración y acumulación de macronutrientes, y permite producir un mayor número de tallos por planta sin perder calidad de tallo.

Palabras clave: pinzamiento, absorción de nutrientes, floricultura, vara de oro, Brasil.

Abstract

Goldenrod cultivation is relatively new in Brazil, so that there is lack of knowledge regarding the proper cultural practices required to increase its production efficiency. Aspects such as pruning, cultivation systems and nutrient demand are not well known for this species. The objectives of this study were to determine how different cultivation systems can affect: (1) yield and quality of goldenrod stems, (2) total plant dry weight and macronutrient accumulation throughout the lifecycle of the crop, and (3) leaf macronutrient concentration during the lifecycle. A nutrient solution containing macro and micronutrients was used to fertirrigate this floriculture crop over the entire lifecycle. Pinching was made five days after transplanting (DAT). Initially, no significant differences were observed in shoot length. However, at 75 and 90 DAT, plants with one stem were longer. Increasing macronutrient accumulation was observed during the lifecycle. Nutrient accumulation had the following order: $K > N > Ca > Mg > S > P$. The three cultivation systems produced goldenrod stems with lengths and fresh weight that met commercial standards. Total dry weight was statistically the same in plants grown with one, two and three stems. Goldenrod plants should be conducted with three stems since this system does not interfere with the concentration and accumulation of macronutrients, and allows producing a greater number of stems per plant without losing the stem quality.

Keywords: pinching, nutrient uptake, floriculture, goldenrod, Brazil.

1. Introduction

Goldenrod or tango (*Solidago canadensis* L.) is an herbaceous perennial plant from North America that belongs to the Asteraceae family. It grows from rhizomes and its stems range in height from 80 – 120 cm. This floriculture crop has yellow-green paniculiform inflorescences at the end of the stems. Because of its beauty, inflorescences are sold as cut-flowers for bouquets or floral arrangements, among other uses (Lorenzi and Moreira de Souza, 2008).

In cut-flower production, vertical growth is often undesirable because it reduces the number of branches per plant, leading to the reduction of yields and the appearance of stems with a length above the standards required by the market. In order to avoid this undesired type of stems, tip pruning is a recommended cultural practice (Brickell, 1979). In floriculture, this technique is commonly used in various species, such as chrysanthemum, lisianthus, aster, carnation and goldenrod (FLORTEC, 2002).

Tip pruning or pinching technique is used to stimulate the development of side shoots in goldenrod plants in order to obtain a greater number of stems per plant. A major problem in floriculture is the lack of research on the effects of pruning on plant growth and nutrient demand, especially macronutrients. This reality leads farmers to use inadequate cultural practices that interfere with plant production and quality.

Few studies have analyzed goldenrods response to fertilization, which reflects the need for conducting research to improve fertilizer management for this species. Thus, it is essential to have knowledge of nutrient accumulation throughout the growing season in order to define fertilization strategies for this culture. In this sense, Villas Bôas et al. (2008) state that nutrient accumulation curves for Bermuda grass are a useful parameter for fertilizer recommendation, because they indicate nutrient demands at every development stage of the culture.

The absorption of nutrients varies with the culture development stage, generally intensifying during flowering, development and growth of fruits. Climate conditions, medium conditions, nutritional and crop management are also factors influencing nutrient absorption (Rodrigues, 2002). Generally, elemental analysis of leaves is commonly used as a basis for crop fertilizer recommendations (Walsh and Beaton, 1973; Jones Jr. et al., 1996).

Plant nutritional status can be determined by direct and indirect methods. Among direct methods, leaf analysis is one of the most used techniques. According to Jones Jr et al. (1996), appropriate mean leaf concentrations for macronutrients, in g kg⁻¹, are: 28 (N), 4.3 (P), 7.2 (Ca), 2.2 (Mg) and 3.8 (S). However, in order to use properly leaf analysis for any culture, reference values of leaf nutrient concentration must be defined for the species. These values have not yet been established for goldenrod.

Commercial cultivation of goldenrod is relatively recent in Brazil and, because of that, there is a lack of knowledge regarding appropriate cultural practices to increase the crops production efficiency. Factors as cultivation systems and mineral nutrition, which are directly related to productivity and flower quality, are not well known for this species.

With this background, this study aimed to determine how different cultivation systems can affect: (1) yield and quality of goldenrod stems, (2) total plant dry weight and macronutrient accumulation throughout the lifecycle of the crop and (3) leaf macronutrient concentrations.

2. Materials and methods

2.1. Plant materials and growth conditions

The experiment was conducted under greenhouse conditions in the Floriculture Area of the Federal University of Viçosa – Minas Gerais – Brazil (20°45' S, 42°5' W, altitude 651 m), in the period July-October 2007.

Seedlings obtained from 10 cm tango cuttings were transplanted to 2.5 L pots containing washed sand as substrate. In order to promote vegetative growth during the first 8 weeks, plants were maintained under long days (LD) with 16 hours of light (including 4 hours by means of artificial light). Artificial light was obtained with 100 W lamps, spaced 2 m between each and placed 1.5 m above the plants. This system was controlled by a timer that turned the lights on from 22:00 to 02:00. Afterwards, plants were cultivated with normal day light period until harvest.

Fertirrigation was made with a nutrient solution originally recommended for chrysanthemum by Barbosa (1996) and modified by Muniz (2004). It contained macronutrients (mmol L⁻¹): 10.8 N-NO₃⁻, 3.6 N-NH₄⁺, 1.95 P-P₂O₅, 8.0 K⁺, 1.5 Ca²⁺, 1.0 Mg²⁺, 0.5

S-SO₄²⁻ and micronutrients (μmol L⁻¹): 30.0 H₃BO₃, 5.0 Cu²⁺, 50.0 Fe²⁺, 40.0 Mn²⁺, 2.0 Zn²⁺, 0.1 MoO₄²⁻. During the first 30 days after transplanting (DAT), plants were fertirrigated with 30 mL/pot/day and from there on with 50 mL/pot/day, based on previous experience. Daily fertirrigation was alternated with normal irrigation according to plant water demand.

2.2. Growth measurements and nutritional determination

Stems commercial characteristics (length and fresh weight) were measured at 60, 75 and 90 DAT harvest dates, since goldenrod stems can be sold in different growth stages (inflorescence aspect goes from totally green – in initial stages when flowers are closed- to golden yellow colors when all the flowers have opened).

To determine dry mass and macronutrient accumulation, plants were collected at seven harvest dates (0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 DAT). Once harvested, plant components (leaves, stems, roots and inflorescences) were separated in the laboratory, washed with distilled water to remove dust. Special attention was given to root cleaning in order to remove all the substrate. Afterwards, plant components were separately oven-dried at 70 °C for 72 h.

Dry leaves, stems, roots and inflorescences were weighed separately, grounded in Wiley mill to pass a 40 mesh sieve and digested with nitric-perchloric acid. Potassium (K) was determined by flame photometry while calcium (Ca) and magnesium (Mg) by atomic-absorption spectrophotometry. In the case of phosphorus (P) and sulfur (S), they were determined by molecular-absorption spectrophotometry under 725 and 420 nm wavelengths, respectively. Sulfuric acid digestion was used to determine nitrogen (N) and its quantification was realized based on Kjeldahl method.

2.3. Experimental design and statistics

The experiment was carried out in a randomized block design, arranged in a factorial scheme 3×7, with three replications. Treatments were represented by three plant cultivation systems (one, two and three stems per plant) and seven harvest dates (0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 DAT). Harvest date “0” corresponded to tango seedlings obtained from softwood cuttings, 10 cm tall, taken from stock plants. Each experimental unit consisted of one pot containing three plants. Pinching of plants that grew with two and three stem treatments was made 5 DAT and it consisted of the removal of the first 2 cm from the shoot apex.

Data were subjected to analysis of variance and regression. Plant cultivation system means were compared using Newman - Keuls test, adopting 5 % level of probability. Regression equations were fitted to harvest date data obtained during the entire crop lifecycle. Statistical analysis was carried out with SAEG software.

3. Results

3.1. Stem commercial characteristics

Stem lengths collected in the last three harvest dates met the standards of the flower market, classified in five categories 50, 60, 70, 80 and 90 cm (IBRAFLOR, 2000). No significant differences were observed in shoot length, at 60 DAT, among plants with one, two or three stems. However, at 75 and 90 DAT, plants with one stem presented longer shoots over than 90 cm (Table 1).

Table 1. Stem lengths (cm) of goldenrod grown under three cultivation systems harvested at 60, 75 and 90 days after transplanting (DAT)

Number of stems	Harvest dates (DAT)		
	60	75	90
1	88.00 a	114.33 a	108.33 a
2	84.33 a	90.16 b	92.17 a
3	75.66 a	81.78 b	71.44 b

Note: Means followed by the same letter are not significantly different from each other (Newman Keuls test, $P \leq 0.05$).

Although plants with different number of stems produced stems with lengths that fitted commercial standards, there was a pattern observed regarding these variables. Thus, plants with less number of stems produced longer stems at each harvest date (i.e., plants cultivated with one stem

produced over 70 % of the stems > 80 cm length at 60, 75 and 90 DAT). However, the greatest number of stems were produced by plants cultivated with two and three stems, which were mainly distributed among the categories of 70 – 80 cm and > 80 cm (Figure 1).

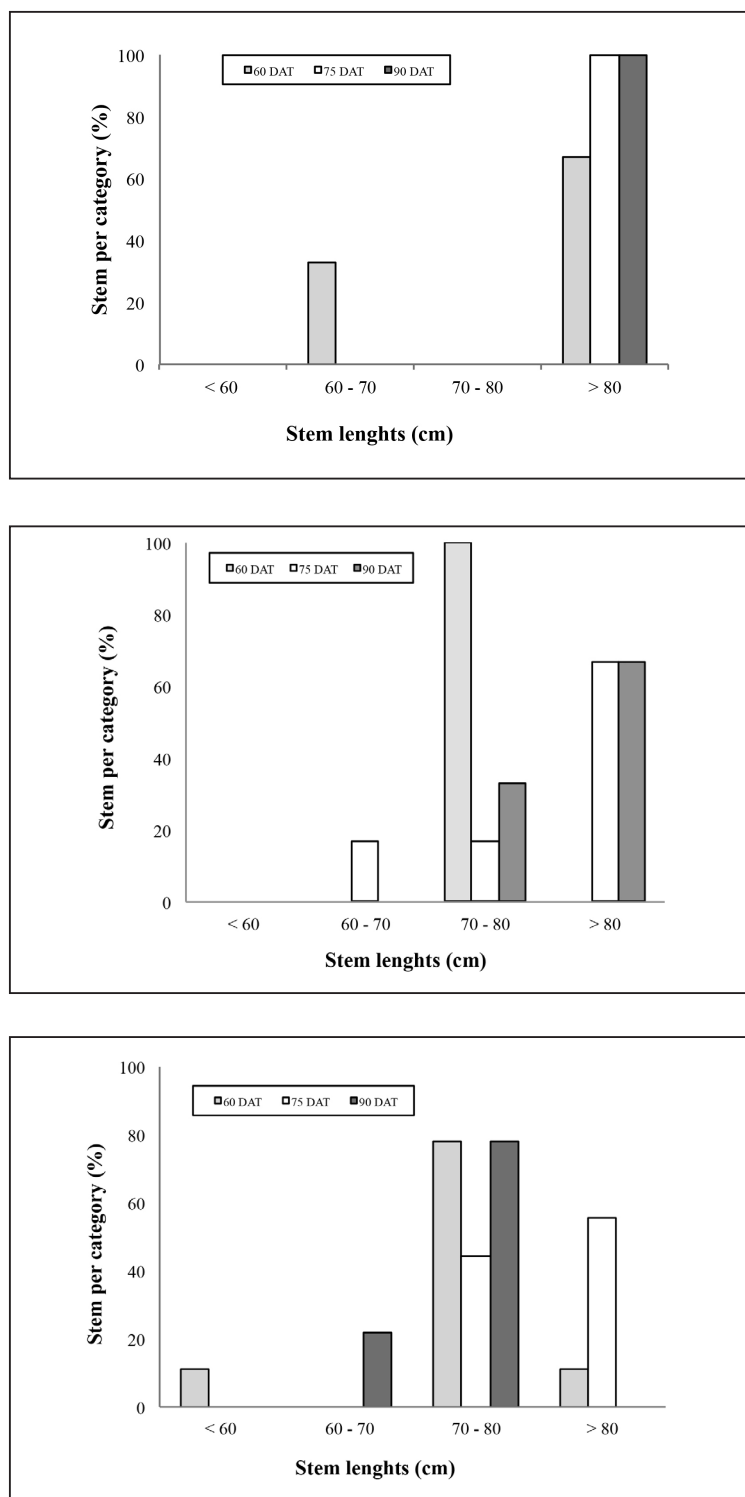


Figure 1. Distribution of the stems per category (%) according to their length (cm), for plants grown with one (a), two (b) and three stems (c).

Figure 1. Distribution of the stems per category (%) according to their length (cm), for plants grown with one (a), two (b) and three stems (c).

At 90 DAT, stems with 87.2, 82.0 and 73.5 g of fresh weight were harvested from plants culti-

vated with one, two and three stems, respectively, with no differences among the means. Similarly, no significant differences were found among the means of stem fresh weight of the three cultivation systems at 60 and 75 DAT (Table 2).

Table 2. Stem fresh weight (g) of goldenrod grown under three cultivation systems harvested at 60, 75 and 90 days after transplanting (DAT)

Number of stems	Harvest dates (DAT)		
	60	75	90
1	33.17 a	56.53 a	87.19 a
2	34.77 a	53.17 a	82.01 a
3	37.10 a	57.10 a	73.52 a

Means followed by the same letter are not significantly different from each other (Newman Keuls test, $P \leq 0.05$).

3.2. Total plant dry weight

Plants grown with one, two or three stems had similar total dry weights at each harvest date (Table 3).

Table 3. Total plant dry weight (g), at each harvest date (DAT), of goldenrod plants grown with one, two and three stems

Number of stems	Harvest dates (DAT)						
	0	15	30	45	60	75	90
1	0.537 a	0.532 a	2.199 a	7.984 a	15.953 a	23.331 a	35.447 a
2	0.451 a	0.582 a	1.120 a	5.247 a	12.518 a	18.440 a	32.171 a
3	0.521 a	0.495 a	1.387 a	6.393 a	16.391 a	21.657 a	33.057 a

Means followed by the same letter are not significantly different from each other (Newman Keuls test, $P \leq 0.05$).

3.3. Macronutrient accumulation in leaves

Overall, macronutrient accumulation in goldenrod plants followed this order: $K > N > Ca > Mg > S > P$. Final K accumulation (564 – 598 mg plant⁻¹) was almost two times total N accumulation (272 – 309 mg

plant⁻¹) which demonstrates that goldenrod has an important K demand. All nutrients had similar accumulation rate through the species lifecycle, independently of the number of stems per plant. Thus, nutrient demand for macronutrients did not depend on the number of stems with which the plants grew (Figures 2 to 7).

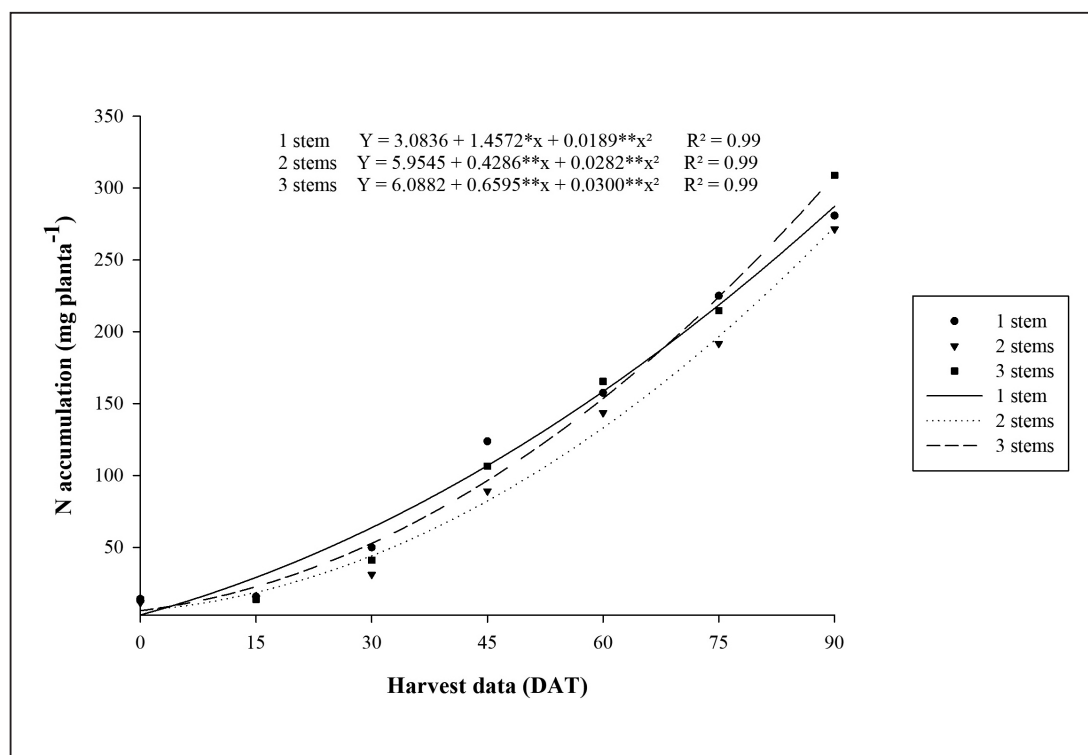


Figure 2. N accumulation through the lifecycle of goldenrod plants grown with one, two and three stems. *, ** Significant at $P \leq 0.05$ or 0.01 , respectively.

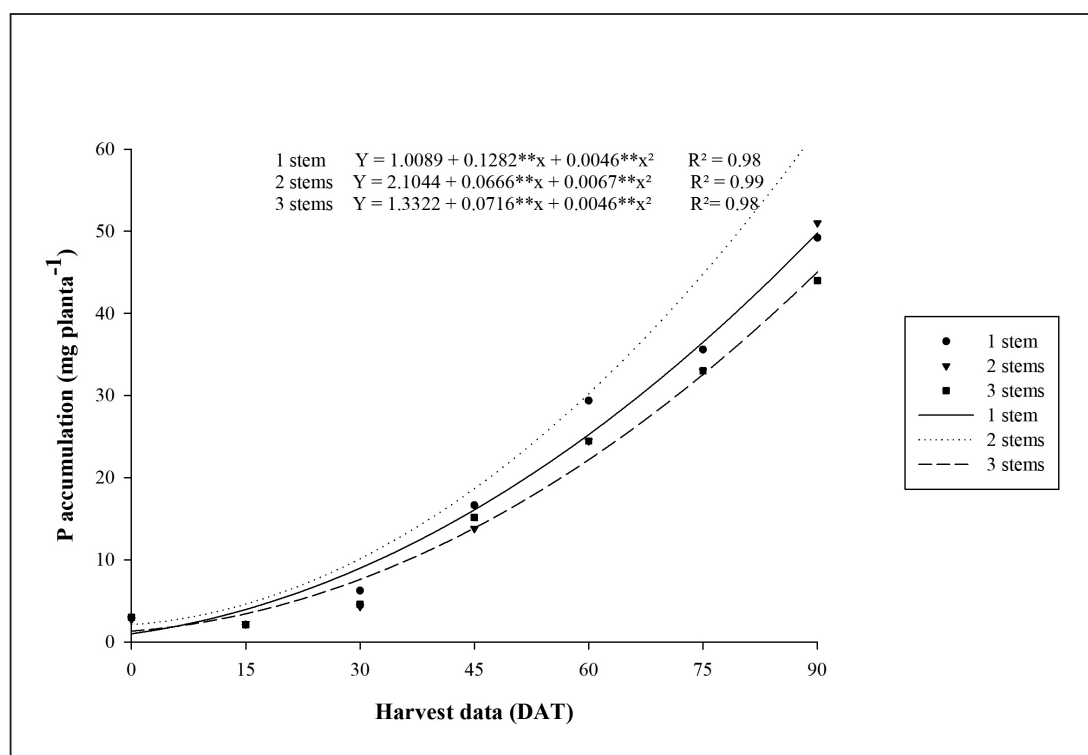


Figure 3. P accumulation through the lifecycle of goldenrod plants grown with one, two and three stems. ** Significant at $P \leq 0.01$.

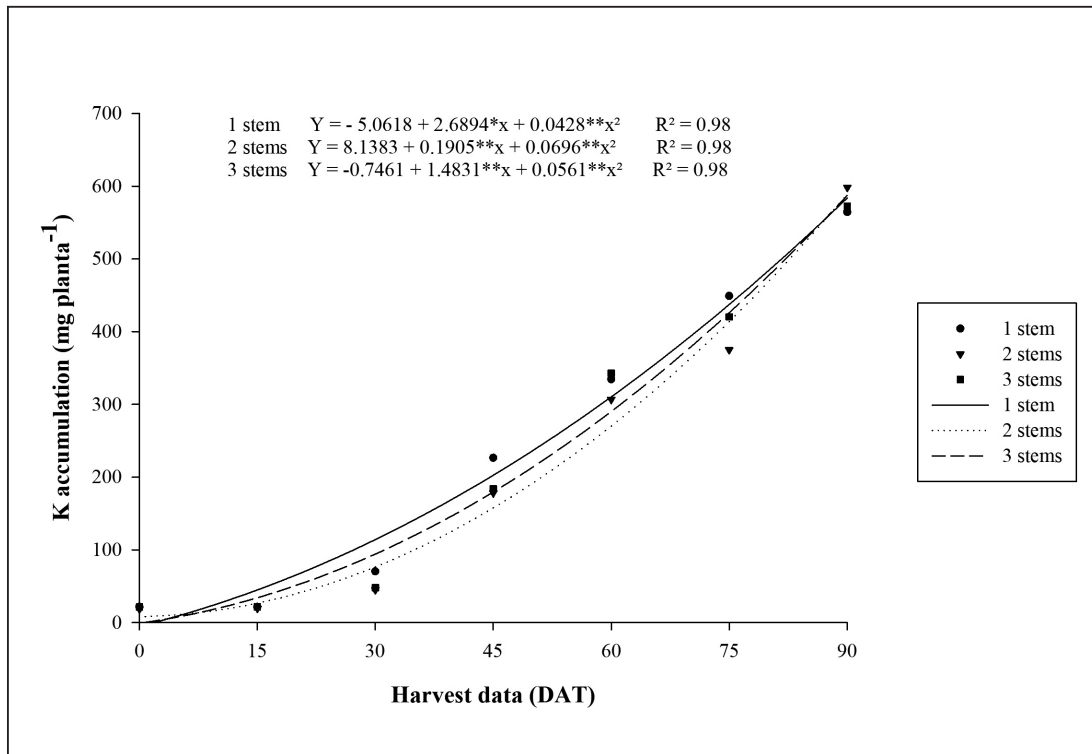


Figure 4. K accumulation through the lifecycle of goldenrod plants grown with one, two and three stems. *, ** Significant at $P \leq 0.05$ or 0.01 , respectively.

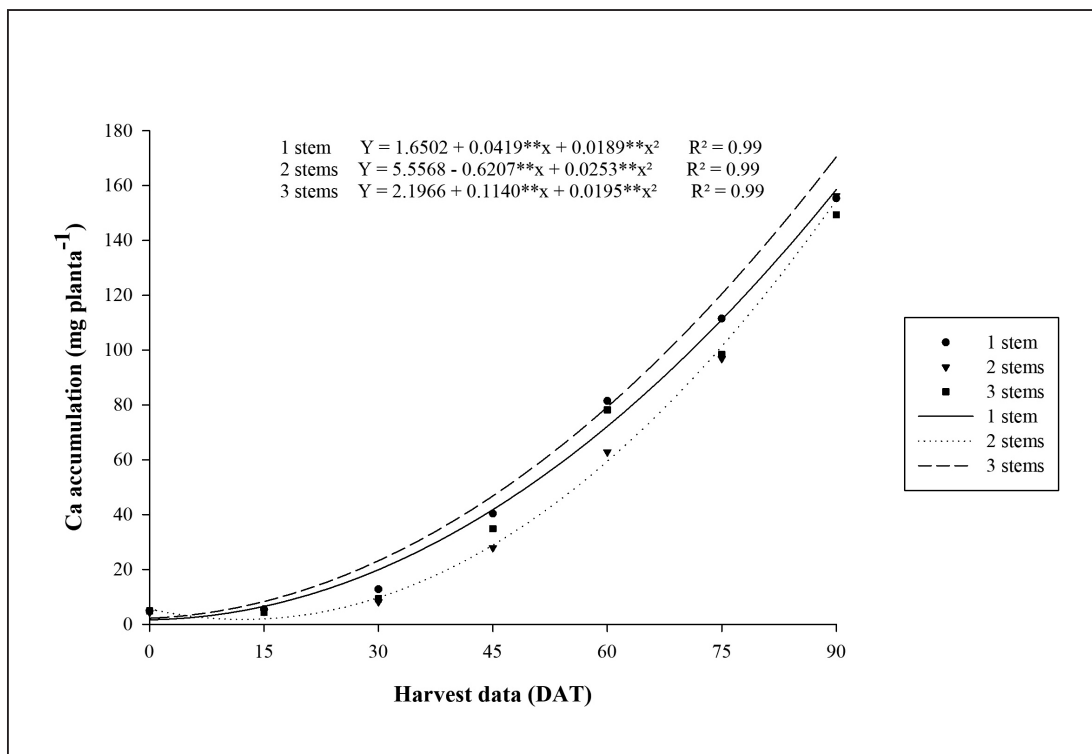


Figure 5. Ca accumulation through the lifecycle of goldenrod plants grown with one, two and three stems. ** Significant at $P \leq 0.01$.

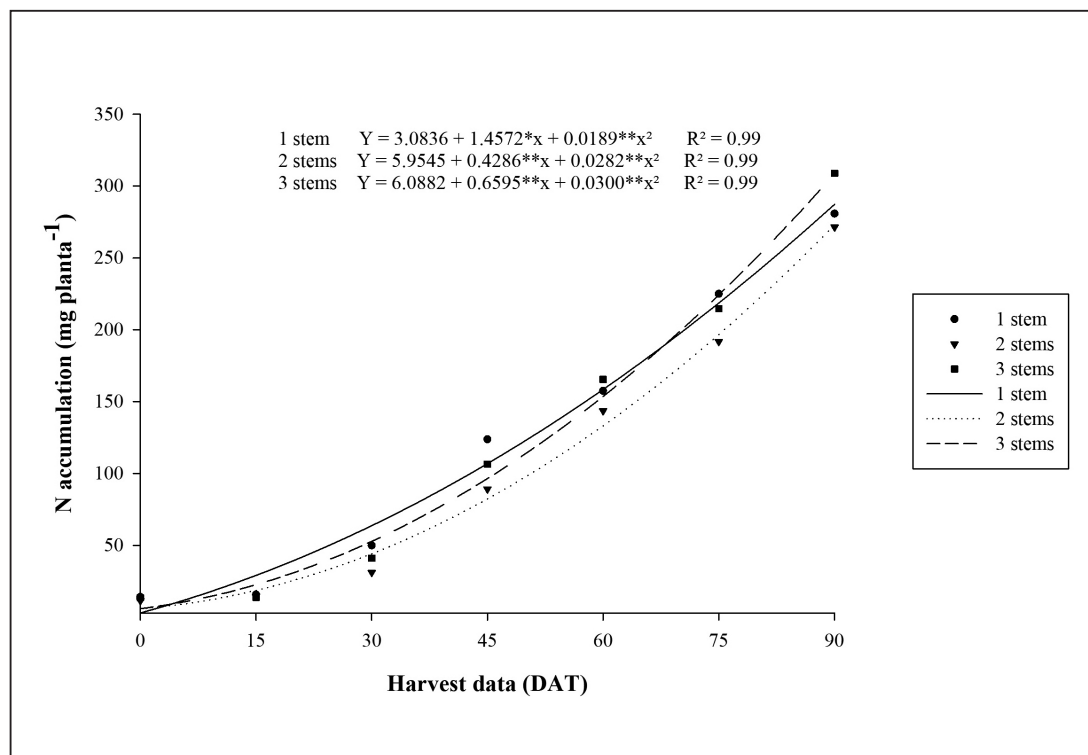


Figure 6. Mg accumulation through the lifecycle of goldenrod plants grown with one, two and three stems.
 ** Significant at $P \leq 0.01$.

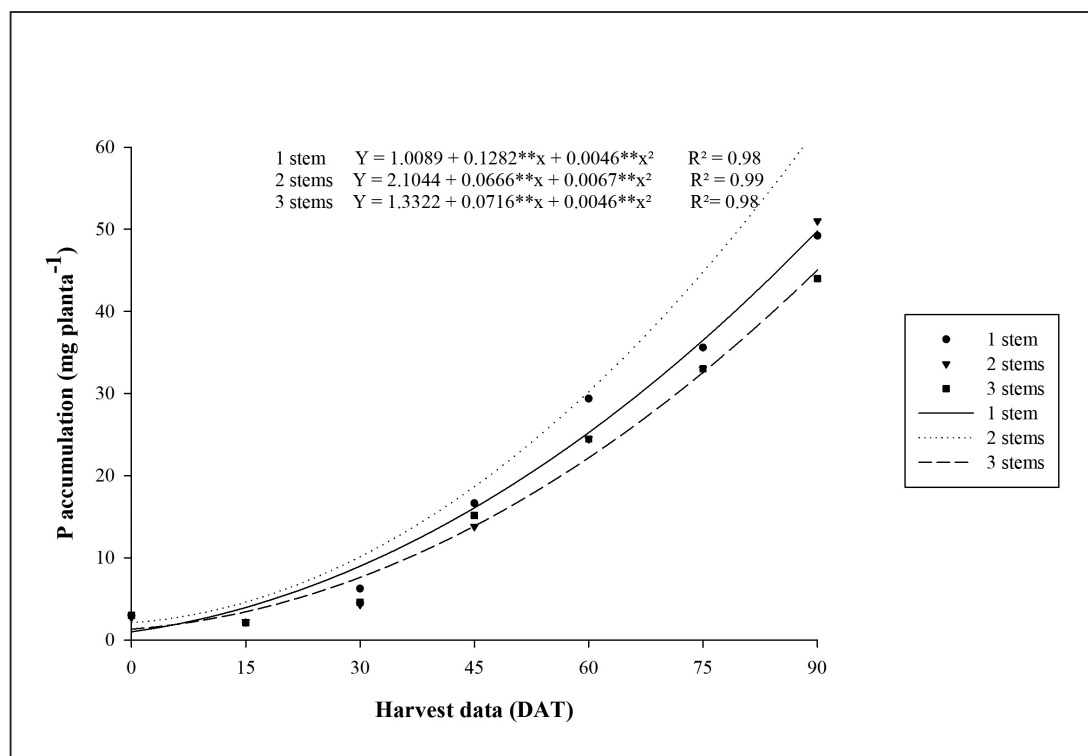


Figure 7. S accumulation through the lifecycle of goldenrod plants grown with one, two and three stems.
 ** Significant at $P \leq 0.01$.

3.4 Macronutrient concentration in leaves

The leaves of the three cultivation systems had the following average concentrations, in dag kg^{-1} : N: 2.93, 3.01 and 3.00; P: 0.33, 0.35 and 0.34; K: 3.63, 3.89 and 3.93; Ca 2.93, 3.01 and 3.00; Mg: 0.40, 0.39 and 0.39; S: 0.27, 0.29 and 0.29; in plants with one, two and three stems, respectively.

There were significant differences for N concentration in leaves among the three cultivation systems only at 30 and 45 DAT, with the highest concentration in plants with two stems. Phosphorus concentration in leaves show significant differences between plants with one, two and three stems at 45 DAT, the highest value was $0.376 \text{ dag kg}^{-1}$ in plants

with two stems which did not differ from plants with three stems. The values of K concentration in leaves were different at 15, 30, 45 and 75 DAT, with the smallest value (3.35 dag kg^{-1}) at 15 DAT in plants with one stem.

No significant differences were observed among the three cultivation systems for Ca concentration in leaves at 15, 30, 60, 75 and 90 DAT. However, at 45 and 60 DAT, plants grown with two stems showed higher Ca concentration, 4.21 and 3.38 dag kg^{-1} , respectively. The Mg concentration in leaves differed for the three cultivation systems at 15, 30, 45 and 60 DAT. Finally, differences in S concentration in leaves were observed at 30, 45 and 90 DAT between plants with one, two and three stems (Table 4).

Table 4. Leaf macronutrient concentrations (dag kg^{-1}) of goldenrod plants grown with one, two and three stems, in seven harvest dates

Number of stems	Harvest dates (DAT)						
	0	15	30	45	60	75	90
N							
1	3.173 a	3.920 a	3.930 b	3.040 b	2.380 a	2.190 a	1.880 a
2	3.141 a	3.800 a	4.210 a	3.380 a	2.2750 a	2.210 a	2.070 a
3	3.210 a	4.000 a	4.020 b	3.245 a	2.2050 a	2.210 a	2.055 a
P							
1	0.587 a	0.412 a	0.407 a	0.312 b	0.2265 a	0.225 a	0.197 a
2	0.605 a	0.387 a	0.433 a	0.376 a	0.2349 a	0.232 a	0.211 a
3	0.580 a	0.408 a	0.410 a	0.342 ab	0.2128 a	0.220 a	0.197 a
K							
1	4.620 a	3.350 c	3.750 b	4.025 ab	3.5500 a	3.750 a	2.375 a
2	4.594 a	4.000 b	4.630 a	4.400 a	3.5750 a	3.200 b	2.800 a
3	4.650 a	4.450 a	4.625 a	3.775 b	3.6250 a	3.625 a	2.725 a
Ca							
1	3.173 a	3.920 a	3.935 b	3.040 b	2.3800 a	2.190 a	1.880 a
2	3.141 a	3.800 a	4.210 a	3.380 a	2.2750 a	2.210 a	2.070 a
3	3.210 a	4.000 a	4.020 b	3.245 a	2.2050 a	2.210 a	2.055 a
Mg							
1	0.410 a	0.415 b	0.352 b	0.355 a	0.4005 a	0.461 a	0.420 a
2	0.400 a	0.445 a	0.374 ab	0.321 b	0.3704 b	0.445 a	0.426 a
3	0.388 a	0.447 a	0.385 a	0.338 ab	0.3534 b	0.440 a	0.423 a
S							
1	0.678 a	0.468 c	0.318 a	0.208 b	0.1044 a	0.103 a	0.089 b
2	0.678 a	0.510 b	0.326 a	0.242 a	0.1112 a	0.112 a	0.094 ab
3	0.678 a	0.530 a	0.316 a	0.198 b	0.1071 a	0.110 a	0.103 a

Means followed by the same letter are not significantly different from each other (Newman Keuls test, $P \leq 0.05$).

4. Discussion

Pinching is used in cut-flowers to increase the number of stems per plant and in pot ornamental plants to improve plants shape. This technique is used in chrysanthemum (*Chrysanthemum sp.*), lisianthus (*Eustoma grandiflorum*), aster (*Aster sp.*), carnation (*Dianthus caryophyllus*) and goldenrod (*Solidago canadensis*), among other species (Dole and Wilkins, 2005). According to Wachowicz and Carvalho (2002), in some species, increasing the number of stems promotes competition, which may lead to smaller flower size, as well as to a reduction in stem weight, diameter and length. These characteristics are important in the commercialization of cut-flowers where bloom quality as well as numbers determine profitability. In this study, harvests at 75 and 90 DAT, in three cultivation systems (Table 2), yielded stem fresh weights well above the “super category” (35 g) according to the standard quality classification proposed by Veiling (2011)¹. Nevertheless, pruning to produce more than one stem per plant led to a decrease in stem length. Despite this, all stems fitted in the most commercialized categories for this species which include stems from 50 to 90 cm (Table 1 and Figure 1). Future market research should consider the economical aspect to define if it is more interesting for farmers to produce less but longer stems (i.e., with one stem cultivation system) or more but shorter stems (i.e., with two or three stem cultivation systems).

Nutrient accumulation curves are a way to monitor horticultural crop nutrient demand throughout the entire growth cycle, which has been mentioned as a useful parameter for fertilizer recommendation (Villas Bôas et al., 2008). Therefore, these curves enable to understand with greater reliability, the plant nutritional demand at each phenological stage. The use of these curves can reduce the risk of excessive fertilizer application, and, on the other hand, improve the provision of intakes according to the optimum required by the crop.

Nutrient accumulation is related to nutrient concentration and mobility, as well as dry weight production. It follows the trend of plant growth, and gradually increases during the life cycle (Figure 1). This pattern has been reported by Muniz et al. (2013) who observed increased accumulation of micronutrients in *Solidago canadensis* leaves throughout the crop life cycle. In this sense, while studying N accumulation in chrysanthemum (cv. White Puma) grown hydroponi-

cally, Zerche (1997) found that dry matter production is directly related to the accumulation of N.

Increasing stems per plant from one to three had no effect on total plant dry mass and macronutrient accumulation, however stem lengths tended to be shorter when plants were grown with more than one stem. This may suggest that, higher nutrient supplies might be required in order to obtain longer stems, when goldenrod plants are cultivated with more than one stem.

An increasing N demand was observed during the goldenrod life cycle (Figure 2) since this element is required in large amounts by plants. While studying dry matter production and N uptake in tulip (*Tulipa gesneriana* L.), Artacho-Vargas and Pinochet-Tejos (2008) found greater N accumulation in above-ground parts of the plants from shoot emergence to leaf expansion.

The growing P, K and Mg demand (Figures 3, 4 and 6) possibly occurred, because P participates in various metabolic plant processes (Vance et al., 2003), while K and Mg activate enzymes involved in respiration and photosynthesis (Taiz and Zeiger, 2013).

The demand of Ca is related to the importance of this nutrient in cell wall synthesis, in the mitotic spindle during cell division and in the stability of plant membranes (Sanders et al., 1999). The S accumulation observed in this experiment was similar to that observed in other ornamental plants such as aster (Camargo et al., 2005), chrysanthemum (Rocha et al., 2013) and gerbera (Ludwig and Fernandes, 2008). In other words, S content increased during the growth cycle (Figure 7).

Macronutrient absorption order found in goldenrod correlates with plant nutrient uptake, especially a high demand for K. This is not surprising since it is characteristic of the Asteraceae family, as reported in aster (Camargo et al., 2004) and chrysanthemum (Barbosa et al., 1999). High K demands have also been reported in other floriculture crops such as *Eustoma grandiflorum* (Backes et al., 2006), *Cattleya walkeriana* var. *coerulea* and *Saintpaulia ionantha* (Alvarez V. et al., 2014).

Plant nutrient concentrations vary depending on species, age, plant components and nutrition during the growth cycle. Macronutrient leaf concentrations of goldenrod plants were within the ranges² established by

¹ Veiling Holambra complex is the largest flower commercial center of America.

² The ranges stated by Marschner (1995) are 2.0 – 5.0, 0.3 – 0.5, 2.5 – 5.0, 0.2 – 3.0, 0.15 – 0.35 and 0.15 – 0.5 dag/kg for N, P, K, Ca, Mg and S respectively.

Marschner (1995) as commonly found in plant leaves of most crops for optimal plant growth. Most of the concentration values verified during the crop lifecycle fell within the above referred to range. However, in some harvest dates, concentrations slightly above or below the range limits were found, then again neither toxicity nor nutritional deficiency was observed (Table 4).

After the end of vegetative growth (30 – 45 DAT), there was a reduction in leaf macronutrient concentrations, except for Mg (Table 4). This may reflect that nutrients were translocated from leaves and stems to the reproductive organs (Mengel and Kirkby, 1987). Similar nutrient patterns have been described in other ornamental plants such as *Gypsophila paniculata* L. cv. Perfecta (Medina et al., 1999) and *Lilium* spp. (Ortega-Blu et al., 2006).

5. Conclusion

Regardless of whether goldenrod plants were cultivated with one, two or three stems per plant,

stem lengths and fresh weights always met commercial standards. Total plant dry weight was statistically the same in plants grown with one, two and three stems. Macronutrient accumulation also presented similar values, at each harvest date, indicating that nutrient demand was not modified by the number of stems per plant.

Only in few occasions leaf nutrient concentrations were significantly different among the three cultivation systems, reflecting the need for further research on nutrient rates, as well as nutrient solution application frequency.

Pruning goldenrod plants has no negative effects on the concentrations and accumulation of macronutrients, while allowing the production of a greater number of stems per plant without compromising the stem quality.

References

- Alvarez, V. H. A., Santos, A. F., Dos Santos, G. L. A. A., & Da Matta, P. M., (2014). Fertilization of ornamental plants: requirement-supply method. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38, 532-543.
- Artacho Vargas, P., & Pinochet Tejos, D. (2008). Producción de materia seca y absorción de nitrógeno del cultivo de tulipán (*Tulipa gesneriana* L.). *Agrociencia*, 42, 37–45.
- Backes, F. A., Barbosa, J. G., Sedyama, M. A. N., Martinez, H. E. P., Cecon, P. R., & Barbosa, M. S. (2006). Produção de lisianthus cultivado em vasos com diferentes soluções nutritivas e formas de condução. *Horticultura Brasileira*, 24, 6-10.
- Barbosa, J. G. (1996). *Cultivo hidropônico de craisântemo “Yellow Polaris” em argila expandida, para corte de flor*. (Tesis doctoral), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Brickell, C. (1979). A poda. *Enciclopédia de Práticas Agrícolas. Sociedade Real de Hortofruticultura*.
- Dole, J. M., & Wilkins, H. F. (2005). *Floriculture: Principles and Species (2nd ed.)*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- FLORTEC. (2002). Produção de Flores de Corte. Holambra.
- IBRAFLOR. (2000). Padrão Ibraflor de Qualidade. Brasil: Instituto Brasileiro de Floricultura. Recuperado de : http://www.ibraflor.com/p_qualidade.php
- Jones, Jr. J. B., Wolf, B., & Mills, H. A. (1996). *Plant Analysis Handbook II*. Athens: Micro-Macro Publishing.
- Lorenzi, H., & Moreira de Souza, H. (2008). *Solidago canadensis* L, in: *Plantas Ornamentais no Brasil* (pp. 615).
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants (2nd ed.)*. San Diego: Academic Press.
- Medina, G. A., Orozco de A. M, Bolivar, J. L., & Ramírez, P. J. (1999). Acumulación y concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en *Gyp-*

- sophila paniculata* L. cv. Perfecta. *Agronomía Colombiana*, 16, 46–50.
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (1987). *Principles of plant nutrition (5nd ed.)*. Giessen: Springer-Verlag.
- Muniz, M. A. (2004). Crescimento e desenvolvimento de crisântemo em resposta a relações nitrato/amônio. (Tesis maestría), Universidade Federal de Viçosa, Brasil.
- Ortega Blu, R., Correa Benguria, M., & Olate Muñoz, E. (2006). Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* spp. para flor de corte. *Agrociencia*, 40, 77–88.
- Rodrigues, L. R. F. (2002). Cultivo pela técnica de hidroponia, in: *Técnicas de Cultivo Hidropônico e de Controle Ambiental no Manejo de Pragas, Doenças e Nutrição Vegetal em Ambiente Protegido* (pp. 726). Jaboticabal, SP: Funep.
- Veiling. (2011). *Critérios de padrão e qualidade*. Ibraflor. Recuperado de <http://www.veiling.com.br/qualidade.swf?fileName=Tango%20Corte.swf>
- Villas Bôas, R. L., Loma, C. P., Backes, C., Kiihl, T. A., Oliveira, M. R., & Godoy, L. J. G. (2008). *Exportação de macronutrientes pela grama Bermuda em função de doses de nitrogênio*. Londrina, PR: FERTIBIO.
- Wachowicz, C. M., & Carvalho, R. I. N. (2002). *Fisiologia Vegetal: produção e pós-colheita*. Curitiba: Universitária Champagnat.
- Walsh, L. M., & Beaton, J. D. (1973). *Soil Testing and Plant Analysis*. Madison: Soil Science Society of America, Inc.
- Zerche, S. (1997). Nitrogen uptake and total dry matter production of Cut chrysanthemum (*Den-dranthema grandiflorum* hybrids) in relation to shoot height and planting date. *Gartenbauwissenschaft*, 62, 119–127.

Técnicas de Visión Computacional para determinar el estado fitosanitario en plantaciones de brócoli

Computer vision techniques to determine the health status in broccoli plantations

Darwin Caina¹, René Carillo¹, Marcelo Carrillo²

✉ : drcaina@uce.edu.ec

1 Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemática, Universidad Central del Ecuador. Alejandro Valdez y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria, 17052, Quito, Ecuador

2 Laboratorios Siegfried S.A. Departamento de Calidad y Logística. Av. República del Salvador N34-493 y Portugal, Quito, Ecuador

Resumen

La demanda de brócoli se ha incrementado notablemente en las últimas décadas debido a los beneficios que el consumo de este producto ofrece para la salud humana. Esto plantea nuevos retos para los productores, quienes cada vez más se apoyan en la tecnología para mejorar sus procesos productivos, incrementar los rendimientos y con ello satisfacer la demanda actual. Uno de los campos de la tecnología que ha cobrado interés en la producción agrícola es la aplicación de modelos de Visión Computacional, la cual puede proporcionar soporte y asistencia en la producción de alimentos. En este trabajo se propone un algoritmo basado en la detección de color del brócoli, el cual, a nivel “macro”, sea capaz de identificar problemas fitosanitarios en plantaciones de brócoli; y, a nivel “micro”, pueda ser empleada para identificar el producto apto para la comercialización y el consumo. El desarrollo del algoritmo utiliza herramientas de software libre, como OpenCV y Python, lo cual refleja que estas herramientas pueden ser desarrolladas a bajo costo; y que sus resultados son similares o superiores a los obtenidos con softwares comerciales.

Palabras clave: visión computacional, brócoli, procesamiento de imágenes, OpenCV, HSV.

Abstract

The demand for broccoli has increased significantly in the last years due to the benefits of its consumption for human health. This poses new challenges for producers, who increasingly rely on technology to improve production processes, increase yields and thereby meet the current demand. One of the technology fields that has gained interest in crop production the use of Computer Vision models, which can provide support and assistance in food production. This paper proposes an algorithm based on color detection of broccoli, which, at the macro level can identify phytosanitary problems in broccoli plantations; and, at the micro level can be used to identify the product that is suitable for consumption. The algorithm uses open source tools such as OpenCV and Python, so that it can be developed at low cost with results similar or better than those obtained with commercial softwares.

Keywords: computer vision, broccoli, digital image processing, OpenCV, HSV.

1. Introducción

La producción y demanda de brócoli se han incrementado considerablemente en las últimas décadas debido, fundamentalmente, a los beneficios que su consumo acarrea para la salud humana, por los nutrientes que este posee (Kehr & Diaz, 2012). En gran medida, debido al aumento de la demanda de esta hortaliza, en los últimos años se ha evidenciado el interés por parte de los productores para utilizar recursos tecnológicos modernos para mejorar los procesos en la cadena de producción de esta hortaliza. Sin duda, el apareamiento y rápido avance de las nuevas tecnologías han contribuido a la adopción de estas herramientas de una manera confiable por parte de los agricultores.

La Visión Computacional y el Procesamiento Digital de Imágenes, como un componente más del primero, son tecnologías que actualmente han cobrado mucha importancia en varias disciplinas, debido a que la Visión Computacional o Visión de Máquina, emula la percepción visual del hombre, con el objeto de cumplir ese rol en ciertas tareas (Szeliski, 2011).

Los resultados obtenidos con el uso de estas tecnologías, han incentivado a un mayor número de agricultores para introducir estas herramientas en sus labores diarias con un cierto nivel de confianza y de efectividad.

En el ámbito de la agricultura, las técnicas de Visión Computacional han sido utilizadas exitosamente, por ejemplo, clasificar frutas (Bajaj & Sharma, 2014), asistir el cultivo de lechuga (Fernández et al., 2013), identificar plagas y evaluar el nivel de afectación en cultivos (Huddar et al., 2012), así también el reconocimiento automatizado de los vegetales (Biswas & Hossain, 2013). Existen varias experiencias en el cultivo de brócoli, entre las cuales se

destaca el trabajo de Wilhoit, et al. (1990) sobre la determinación del tamaño de la cabeza del brócoli.

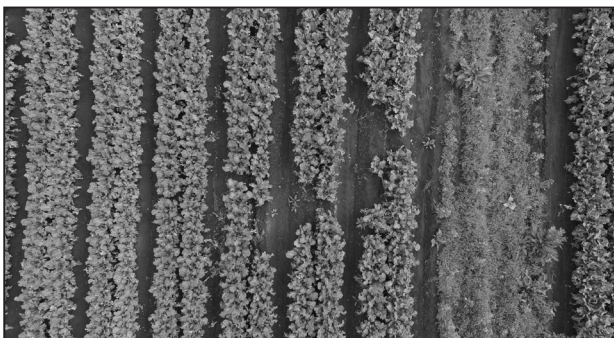
Uno de los aspectos característicos del brócoli es su color, en base al cual, por ejemplo, es posible determinar el estado fitosanitario y la aptitud para el consumo, características que se determinan de forma visual. Por ejemplo, un color verde oscuro, generalmente indica que el brócoli está en buen estado. Similarmente la regularidad en el color en una plantación refleja un cultivo saludable, y rendimientos potencialmente buenos.

Con estos antecedentes, en el presente trabajo se propone el desarrollo de un algoritmo basado en técnicas de visión computacional y procesamiento digital de imágenes para: i) identificar problemas fitosanitarios en el cultivo de brócolis, y ii) determinar si el producto está listo para el consumo.

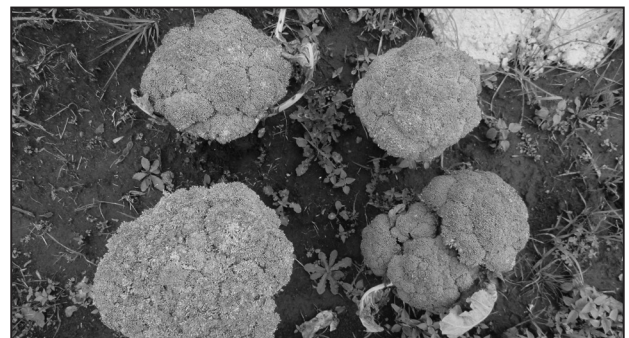
2. Materiales y métodos

2.1 Datos

Los datos fotográficos se recolectaron en una plantación de brócoli ubicada en el cantón Machachi, provincia de Pichincha. Los datos para analizar el cultivo (datos tipo 1) fueron tomados a través de una cámara del dron “Phantom 3” (Dji, 2017), y los datos para analizar el estado fitosanitario del brócoli (datos tipo 2) fueron capturados con una cámara fotográfica digital Nikon. Para la recolección de datos se realizó un seguimiento por varias semanas a la plantación, tomando en consideración que el brócoli presenta sus propias fases de cultivo, las cuáles son: crecimiento, inducción floral, formación de pellas, floración y fructificación (Santoyo & Martínez, 2011). Los datos tipo 1 fueron tomados en las etapas de formación de pellas (Figura 1a), y los datos tipo 2 fueron tomados en la etapa de floración (Figura 1b).



(a)



(b)

Figura 1. a) Toma aérea de un cultivo de brócoli, obtenida con el dron, b) Toma fotográfica de diferentes tipos de brócoli, obtenida con la cámara fotográfica

Los datos tipo 1 son útiles para analizar a través del color, cualquier anomalía en el cultivo, es decir, una coloración no uniforme y discontinua, constituye una alarma para el encargado del cultivo, el cual debe inspeccionar las posibles causas de esta anomalía, y tomar las correcciones para evitar complicaciones posteriores.

Para capturar el segundo tipo de datos, se buscó tener un escenario controlado, con el propósito de mostrar de manera más clara los resultados esperados. Al igual que con los datos tipo 1, se utilizó el criterio del color, es decir, en base a esta característica se determinó e identificó el producto considerado saludable y apto para el consumo humano.

Luego de haber definido el origen y el tipo de los datos, se procedió a plantear un algoritmo para el análisis del brócoli basado en el uso del color, el mismo que está fundamentado en técnicas de Visión Computacional (Figura 2), y que fue implementado mediante la utilización del lenguaje de programación Python y de las librerías OpenCV (Howe, 2013). Ambos softwares son gratuitos, con lo cual se cumple los lineamientos y regulaciones gubernamentales, en lo concerniente a la utilización de softwares libre con el objeto de alcanzar la soberanía y autonomía tecnológica del país (MCCTH, 2017).

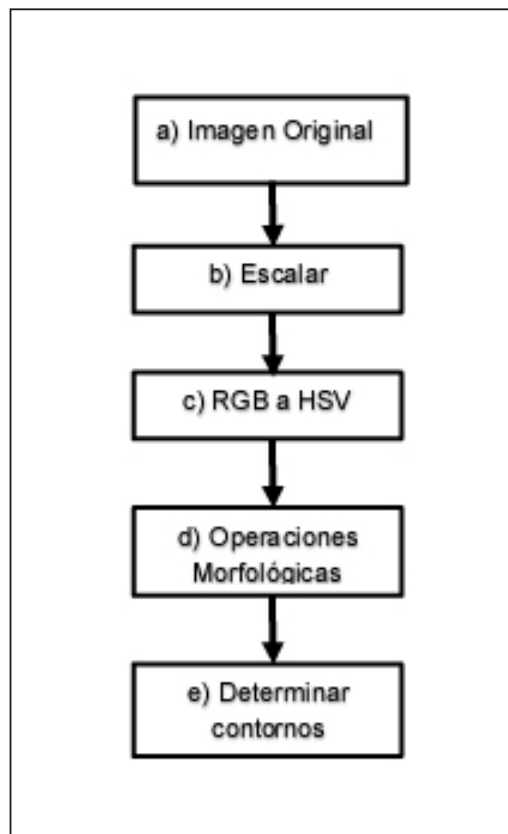


Figura 2. Algoritmo para el análisis del estado fitosanitario del brócoli basado en el color.

Fuente: Elaboración propia del autor

Las librerías OpenCV (Open Source Computer Vision), desarrolladas por Intel mediante código C/C++, las mismas que proporcionan varios algoritmos para el procesamiento de imágenes y de

visión por computadora. La Figura 3, muestra la estructura de OpenCV. La versión de OpenCV 3.0, es la empleada para el desarrollo de este trabajo.

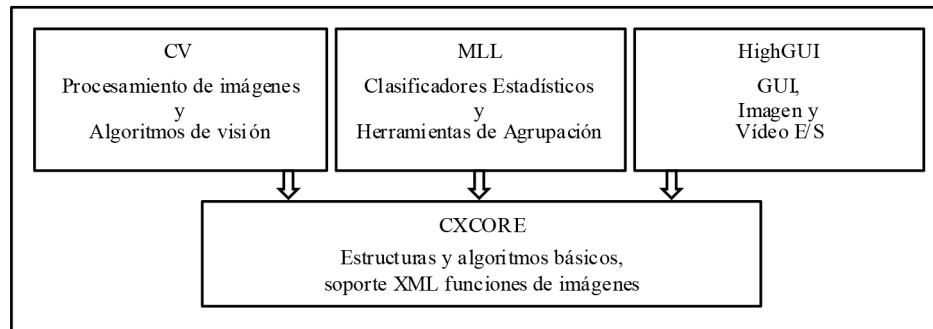


Figura 3. Estructura básica de OpenCV.

Fuente: Bradski & Kaehler (2008)

Python, es un lenguaje de programación interpretado o de script, usa tipado dinámico, es multiplataforma y orientado a objetos. Fue creado por Guido van Rossum a finales de los años ochenta y tiene una licencia de código abierto denominada Python Software Foundation Licence. La versión de Python utilizada en el presente trabajo es la 2.7.11.

2.2. Algoritmo

Antes de proseguir es importante hacer una descripción del algoritmo propuesto, indicando los principales fundamentos y tareas realizadas en cada uno de los bloques del algoritmo mostrado en la Figura 2.

a) **Imagen Original.** - Son las fotografías tomadas en base a lo descrito en la Figura 1, y que han sido almacenadas en el computador en formato JPEG, con un tamaño de 4000x3000 píxeles para las fotografías aéreas tomadas con el dron, y con un tamaño 4608x3456 píxeles para las fotografías tomadas con la cámara digital.

b) **Escalar.** - En base a lo descrito en el literal a, las fotografías son de gran tamaño, por lo que es recomendable reducir su tamaño para un mejor manejo de las imágenes dentro del desarrollo del algoritmo y su visualización. En este sentido se tomó un factor de reducción al 25% del tamaño original.

c) **RGB a HSV.** - Generalmente los dispositivos electrónicos obtienen las imágenes en términos de RGB (red, green, blue), sin embargo, en situaciones donde la descripción del color es de gran interés, se usa el modelo HSV (hue, saturation, value), ya que un color determinado se puede distinguir más fácilmente en HSV (Hamachi, et al., 2013). El espacio de color RGB se representa en coordenadas rectangulares, mientras que el HSV es un espacio de color que se representa en coordenadas cilíndricas, tal como se aprecia en la Figura 4. En el caso del brócoli, su color característico va desde el color verde intenso a verde grisáceo (Kehr & Díaz, 2012).

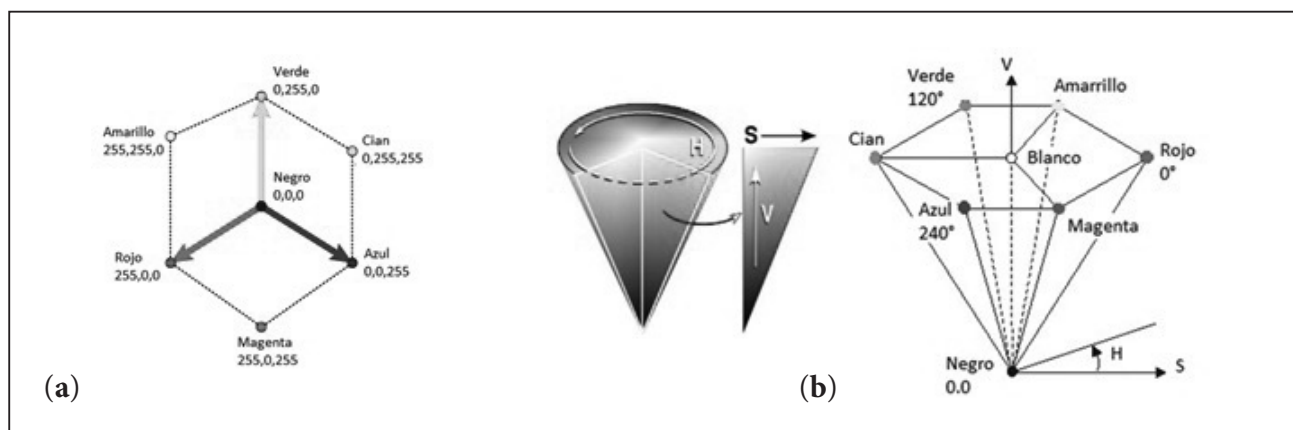


Figura 4. a) Espacio de color RGB, b) Espacio de color HSV.

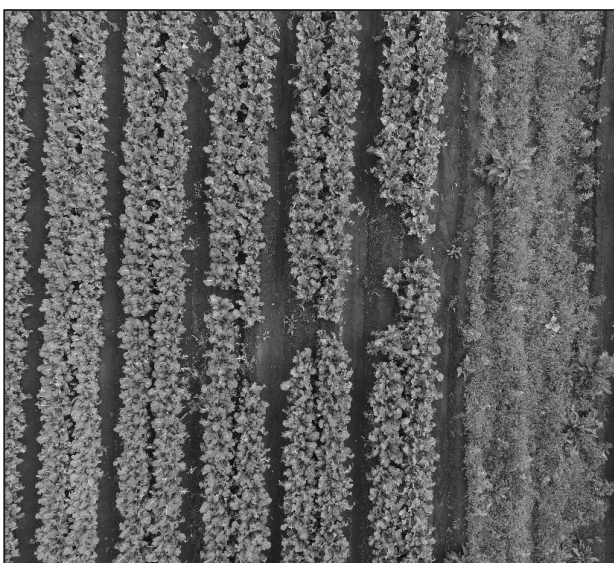
Fuente: Latoschik (2006)

- d) **Operaciones morfológicas.** - Estas permiten cambiar la forma y la estructura de las regiones de píxeles. Luego de filtrar el color deseado con HSV, se obtiene una imagen binaria, es decir, una imagen únicamente con dos valores, generalmente los píxeles filtrados en base al color toman un valor de 1 o 255 (color blanco), y el resto de los elementos de la imagen son ceros (color negro). En esta nueva imagen, hay elementos dispersos, es decir, píxeles que posiblemente no tienen relación con un determinado objeto dentro de la imagen, los cuáles pueden ser eliminados a través de una operación denominada de erosión, mientras que ciertas regiones que presentan “huecos”, pueden ser llenadas a través de una operación de dilatación.
- e) **Determinación de contornos.** - Es el último paso del algoritmo que permite identificar los diferentes grupos de píxeles agrupados dentro de la imagen, luego que se han aplicado las operaciones morfológicas. Un algoritmo utilizado para este propósito es el de Douglas-Peucker (Ramer, 1972), el cual identifica los grupos de píxeles y extrae ciertos descriptores como el centro de gravedad del conjunto de píxeles, las coordenadas del cuadrado circunscrito, entre otros, con cuyos valores se procede a dibujar los cuadrados en la imagen escalada sobre el brócoli identificado, y en donde se puede ver claramente los resultados del algoritmo propuesto.

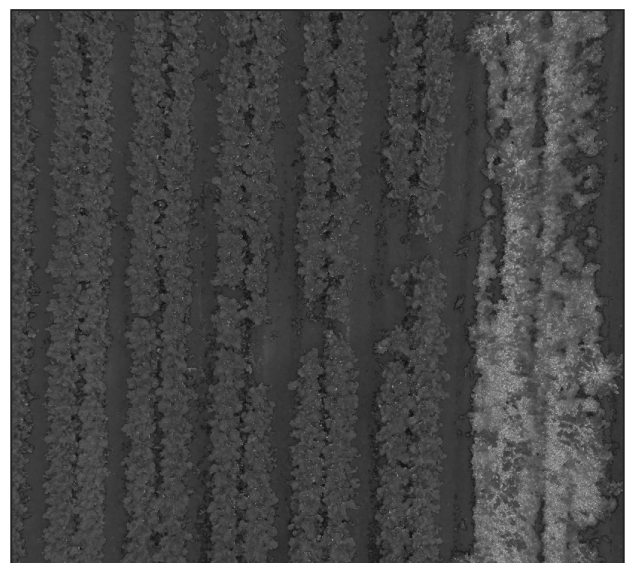
3. Resultados y discusión

Para validar el algoritmo propuesto en la Figura 2, se ha realizado las pruebas con los dos tipos de datos expuestos en la Figura 1. La determinación del color verde a filtrar se realizó experimentalmente de acuerdo a las características de color del brócoli en la fotografía, es así que, para la fotografía captada mediante el uso del dron, se definió un rango de valores para el color verde, el cuál fue filtrado con HSV. El límite inferior tiene los valores $H=90$, $S=10$, $V=20$, y el límite superior fue $H=150$, $S=255$, $V=255$. La Figura 5 muestra resultado de aplicar cada uno de los pasos del algoritmo propuesto con una fotografía, con el objetivo de identificar las zonas que presentan una coloración uniforme y continua, lo cual es un indicador de un cultivo saludable, mientras que la discontinuidad en las hileras del cultivo hace prever un cultivo con anomalías. En los resultados se observa que el algoritmo permite filtrar solo el rango de color fijado, por tal motivo la hierba que está dentro de la plantación de brócoli no ha pasado el filtro establecido, y simplemente ha sido eliminada para el resto del proceso.

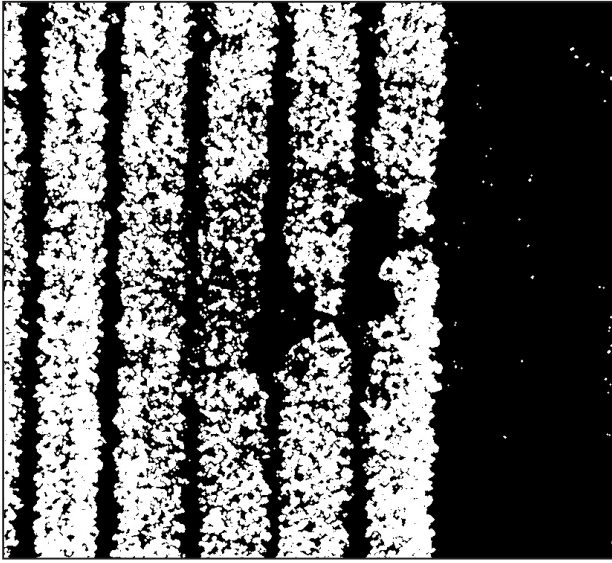
Estos resultados obtenidos en el primer caso pueden ser de utilidad para el productor, ya que permiten identificar en primera instancia y de una manera rápida, las zonas con un desarrollo normal, y por otro lado las zonas que exhiben algún tipo de problema. En plantaciones grandes, el reconocimiento visual por parte del encargado del cultivo sería un proceso complejo y dilatado, por lo que el uso de esta técnica sería más efectivo y recomendable en plantaciones de gran extensión.



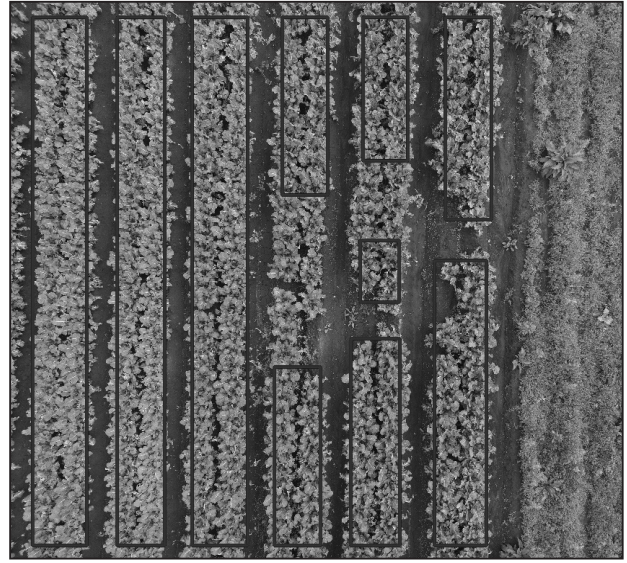
a) Imagen Escalada en RGB



b) Imagen en HSV



(c) Imagen con morfología

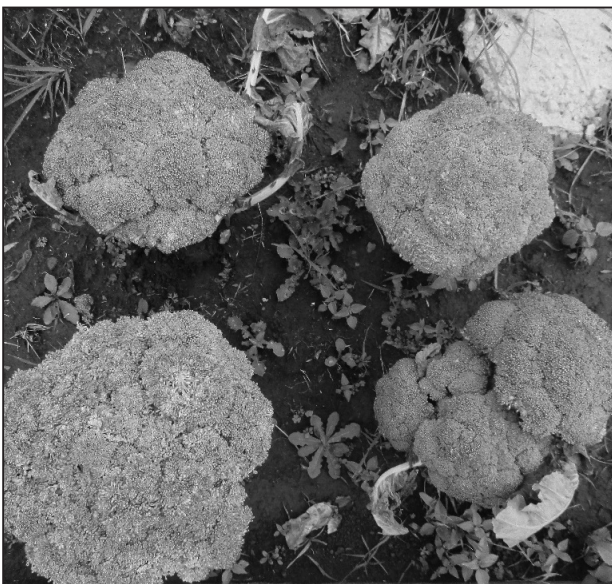


(d) Imagen con los contornos

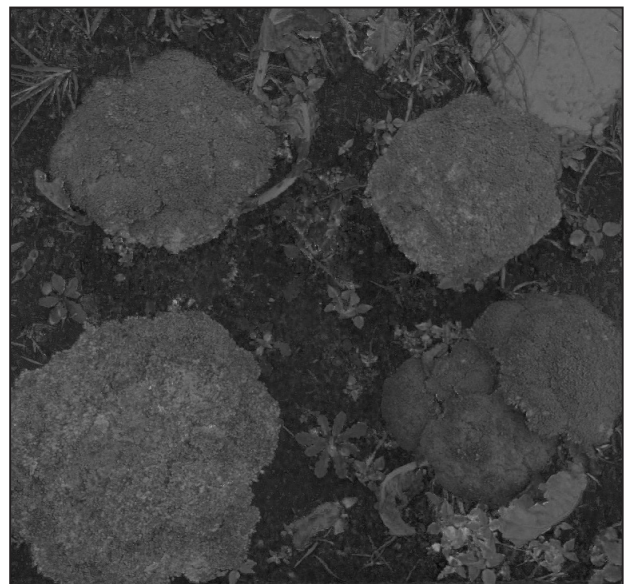
Figura 5. Caracterización cualitativa de la plantación de brócoli, basado en su coloración.

Un segundo experimento se muestra en la Figura 6. En el mismo se identifican pellas de brócoli que están en “buen estado”, es decir, se marcan solamente aquellas que cumplan cierto nivel de color y se ignoran las que están fuera de ese rango. Con esto se pretende emular la evaluación visual de un productor y seleccionar solo aquellas pellas que se considera tienen la apariencia deseada. Es decir, el algoritmo marca solo las horta-

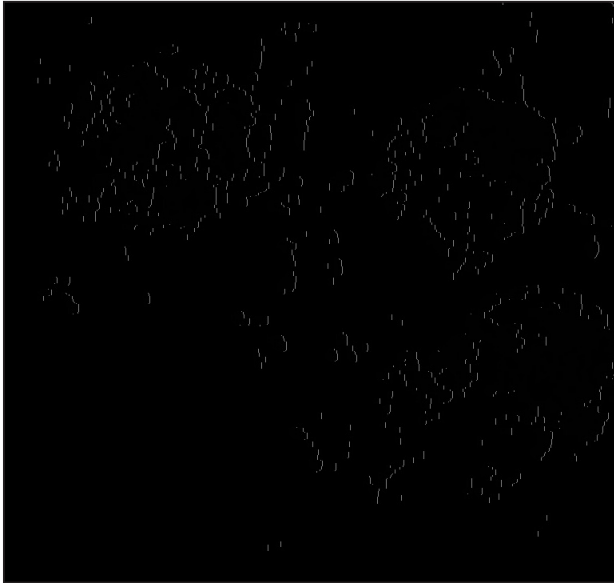
lizas que están aptas para el consumo. Para lograr este propósito, con el segundo tipo de datos, se utilizó nuevamente la segmentación basada en color, con el espacio de color HSV, definiendo el rango de color también calculado de una manera experimental, en donde el límite inferior tomó valores de $H=55$, $S=20$, $V=100$, mientras que el límite superior tuvo los siguientes valores $H=85$, $S=60$ y $V=255$.



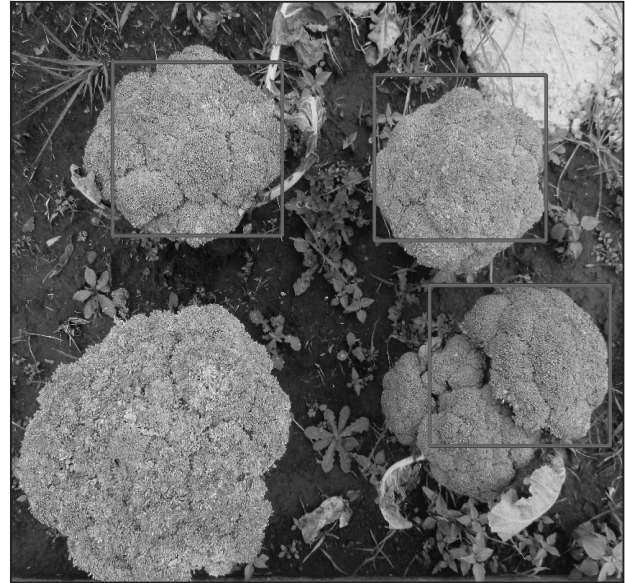
(a) Imagen Original en RGB



(b) Imagen en HSV



c) Imagen con morfología



d) Imagen con los contornos

Figura 6. Detección de pellas en buen estado, según su coloración.

A pesar de los buenos resultados obtenidos, es importante destacar que este tipo de tecnología no garantiza una confianza del 100% para reemplazar a la inspección visual del ser humano, ya que la estructura de las máquinas en donde se ejecutan estos algoritmos, no son comparables a la anatomía de los seres humanos. Sin embargo, son resultados que muestran que estas herramientas pueden ser de gran ayuda para asistir al agricultor en la toma de decisiones.

El algoritmo propuesto puede ser una alternativa al método propuesto por Wilhoit (Wilhoit, 1990), para determinar el tamaño de las cabezas de brócoli, pero esta vez usando el color en vez del análisis de texturas. Hay que tener presente que un problema de este tipo no tiene solamente una vía de solución, ya que un mismo problema puede ser resuelto con diferentes técnicas de Visión Computacional.

4. Conclusiones

Los resultados experimentales obtenidos a partir de este estudio sustentan la viabilidad del uso de la tecnología de Visión Computacional para evaluar el estado fitosanitario del cultivo de brócoli e identificar el tiempo propicio para cosecha y consumo, con la ventaja de que emplea menos recursos y toma menor tiempo.

La selección de un rango de color adecuado es vital, el mismo que por medio del espacio de color HSV, permite obtener buenos resultados en la segmentación, lo que hace posible aislar los elementos de interés, discriminando incluso ciertos elementos como malezas, las cuales pese a tener un color similar al del brócoli, son eliminadas o simplemente no son tomadas en cuenta para las siguientes etapas del algoritmo.

La utilización de herramientas de software libre y gratuito, permiten obtener una herramienta de bajo costo, y al mismo tiempo confiable; lo que demuestra que los resultados aquí obtenidos son similares e incluso superiores a los obtenidos con herramientas comerciales que se emplean para este mismo fin.

Para determinar de una manera exacta la posible localización de las irregularidades dentro del sembrío, se podría tomar los datos del GPS que posee el dron, lo que haría posible crear un mapa de la plantación en donde se puedan mostrar las posibles zonas que requieren una atención particular.

En un siguiente estudio se podría agregar algoritmos de aprendizaje de máquina, lo cual permitiría hacer predicciones y estimaciones de los sitios que presentan anomalías en el cultivo, y de esta forma, sería posible atender esas zonas conflictivas, ya sea con un tratamiento en terreno, o la eliminación de alguna plaga o enfermedad.

Referencias

- Bajaj, D., & Sharma, S. (2014). A Survey of Machine Vision Techniques for Fruit Sorting and Grading. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 3(7), 1187-1193.
- Biswas, H., & Hossain, F. (2013). Automatic Vegetable Recognition System. *International Journal of Engineering Science Invention*, 2(4), 377-41.
- Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV*. Sebastopol, California (USA): O'Reilly Media, Inc.
- Dji. (2017). *Phantom 3 Professional Specs*. Recuperado de: <http://www.dji.com/phantom-3-pro/info#specs>.
- Fernández, D., Escarabajal, D., Ruiz, A., Conesa, J., & Molina, J. (2013). A digital image-processing-based method for determining the crop coefficient of lettuce crops in the southeast of Spain. *Biosystems engineering*, 117, 23-34.
- Hamachi, T., Tanabe, H., & Yamawaki, A. (2013). *Development of a Generic RGB to HSV Hardware*. Proceedings of the 1st International Conference on Industrial Applications Engineering, Kitakyushu, Japan.
- Huddar, S., Gowri, S., Keerthana, K., Vasanthi, S., & Rupanagudi, S. (2012). *Novel algorithm for segmentation and automatic identification of pests on plants using image processing. Computing Communication & Networking Technologies (ICCCNT)*.
- Howe, J. (2013). *OpenCV Computer Vision with Python*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Kehr, M., & Díaz, P. (2012). *Producción de Brócoli para la Agroindustria*. Temuco, Chile. Recuperado de: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR38925.pdf>.
- Latoschik, M. (2006). *Color Models*. Recuperado de: <https://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/wbski/lehre/digiSA/WS0607/3DVRCG/Vorlesung/8a.RT3DCGVR-color.pdf>
- MCCTH. (2017). *Decreto Ejecutivo N° 1014*. Quito-Ecuador: Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano Recuperado de: <https://softwarelibre.conocimiento.gob.ec/documentos-tecnicos/decreto-1014/>
- Ramer, U. (1972). An Iterative Procedure for the Polygonal Approximation of Plane Curves. *Computer Graphics and Image Processing*, 1, 244-256.
- Santoyo, J., & Martínez, C. (2011). *Tecnología de producción de brócoli*. Sinaloa, México: Fundación Produce Sinaloa A.C. Recuperado de: <http://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/35-otros?download=171:tecnologia-de-produccion-de-brocoli>.
- Szeliski, R. (2011). *Computer Vision: Algorithms and Applications*. London: Springer.
- Wilhoit, J., Byler, R., Koslav, M., & Vaughan. (1990). Broccoli Head Sizing Using Image Textural Analysis. *Transactions of the ASAE*, 33(5), 1736-1740.

La mecanización agrícola: campo de acción de la ingeniería agronómica

Agricultural mechanization: field of action for the agronomy

Jorge Simón Pérez de Corcho Fuentes¹, Miguel Herrera Suárez², Ramiro José Vivas Vivas¹, Gioconda García¹, Rodrigo Valdiviezo¹

✉: jsperezdecorcho@uce.edu.ec

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

2 Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí, Av. Urbina y Che Guevara. Portoviejo, Manabí, Ecuador

Resumen

A partir de la revisión de diferentes fuentes y la normativa legal vigente, este artículo aborda la problemática de la Mecanización Agrícola como campo de acción profesional de la Ingeniería Agronómica, sus características y exigencias para las condiciones de Ecuador. El documento resultante, elaborado en base a la revisión y la discusión entre expertos del sector, será útil para la comprensión del papel que juegan los profesionales del sector durante el manejo, gestión y administración de la maquinaria agropecuaria, así como durante el desarrollo del proceso docente educativo. Finalmente, se concluye que la gestión de la maquinaria agropecuaria es un campo de acción principal del Ingeniero Agrónomo, por lo que requiere formación, entre otros aspectos, para la selección y planificación del uso de la maquinaria, así como la determinación de sus costos y rendimiento.

Palabras clave: agronomía, agricultura sostenible, maquinaria agrícola, gestión, educación.

Abstract

From the analysis of several sources and the legal regulations in force, this paper addresses the situation of the Agricultural Mechanization as a professional field of action within the Agricultural Engineering, its characteristics and requirements in Ecuadorian conditions. The resulting analysis -written from a detailed literature review and discussion with experts within the field-, will be useful for the understanding of the role that the professionals within the field play in the management and administration of agricultural machinery, as well as in the learning process. Finally, it is concluded that the agricultural machinery management is an important field of action for the Agricultural Engineer, so that it demands training for the selection and planning, as well as in the estimation of costs and yields.

Keywords: agronomy, sustainable agriculture, agricultural machinery, management, education.

1. Introducción

Los beneficios de la mecanización que han atraído la atención de los agricultores son la oportunidad de las operaciones de campo, alta eficiencia, productividad y reducción de trabajos pesados (Jijjini y Simeon, 2017).

Mecanización significa el uso de máquinas para realizar tareas u operaciones. Una máquina puede ser tan simple como una cuña o un plano inclinado, o tan compleja como un aeroplano. La mecanización agrícola, entonces, es el uso de cualquier máquina para realizar una tarea u operación relacionada con la producción agrícola. Es claro de esta definición que la agricultura en cualquier parte ha sido siempre mecanizada, empleando una combinación de tres fuentes de energía: humana, animal y mecánica/motorizada (Odigboh, 1999), por lo que las herramientas, implementos y máquinas accionadas son esenciales para la agricultura (Olaoye y Rotimi, 2010).

Como plantean Cortés, Álvarez y González (2009), la mayor parte de las medidas de mecanización en la agricultura se producen por razones de economía en el trabajo: para incrementar la productividad del trabajo (rendimiento por cada trabajador), y para hacer que el trabajo resulte físicamente más fácil y menos fatigante.

Ha transcurrido casi una década desde que, en la llamada 1ª Cumbre Mundial de la Mecanización Agrícola (Agrievolution 2008), el Director de Infraestructura Rural y Agro-industria de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) destacó que la mecanización realiza una aportación importante para la producción agraria, y que ésta sufrirá un notable incremento en la mayoría de las regiones del mundo durante las siguientes 2-3 décadas (Márquez y Gasparetto, 2008).

En Ecuador, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGAP) tiene como uno de sus objetivos el desarrollo de medios productivos, en los cuales se sustente la producción competitiva. Uno de los propósitos es desarrollar la economía rural, para que los jóvenes permanezcan trabajando en el campo, es decir, que no se desarraiguen y contribuyan al desarrollo de este sector. Por esta razón, es importante ofrecer servicios especializados como la producción de semillas, abonos, centros de acopio, pero principalmente, centros de mecanización agrícola. Estos centros reciben el equipamiento correspondiente, y tienen el objetivo de fortalecer la producción rural y la

agricultura familiar campesina de pequeños y medianos productores del país mediante innovación tecnológica, promoviendo el uso apropiado del suelo y las prácticas agroeconómicas eficientes (MAGAP, s/a).

En la agricultura, varios profesionales se dedican, con diferentes perspectivas, a la gestión y administración de las máquinas agrícolas. Entre estos se encuentran los ingenieros en Mecanización Agropecuaria, Agrícolas y Agrónomos, lo que ha dado lugar a una gran variedad de criterios sobre el manejo y usos de la mecanización agrícola, en particular en lo referente a la formación y la actividad profesional del Ingeniero Agrónomo.

Por lo expuesto anteriormente, el presente trabajo se propone como objetivo discutir algunos puntos de vista sobre la Mecanización Agrícola como uno de los principales campos de acción de la Ingeniería Agronómica.

2. Desarrollo

2.1 *Mecanización y agricultura sostenible*

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) promueve el desarrollo de sistemas para la Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola (ISPA), basados en tres principios técnicos fundamentales: consecución simultánea de una mayor productividad agrícola y un mejoramiento del capital natural y los servicios del ecosistema; índices más elevados de eficiencia en el empleo de insumos clave como el agua, nutrientes, plaguicidas, energía, tierra y mano de obra, y la utilización de la biodiversidad gestionada y natural para fomentar la resistencia del sistema al estrés abiótico, biótico y económico. Para ello, plantea la aplicación de siete prácticas: la alteración mínima del suelo; la cubierta orgánica permanente del suelo; la diversificación de especies; el empleo de variedades adaptadas de alto rendimiento a partir de semillas de buena calidad; el manejo integrado de plagas; la nutrición de las plantas basada en suelos sanos; y la gestión eficiente del agua (FAO, 2011).

Esta propuesta de la FAO se ha desarrollado en un contexto en el cual, como plantea Gil (1995), la agricultura moderna se desarrolla con un importante aporte energético proveniente del uso de máquinas y equipos agrícolas, que permiten la realización oportuna y eficiente de las distintas operaciones implícitas en el proceso de producción.

De acuerdo con Márquez (2011) la agricultura sostenible desde el punto de vista económico y ambiental necesita de un equipo mecánico que permita aumentar la productividad de la mano de obra ocupada, lo que hace posible una mejora de su nivel de vida. En los países en los que la tierra es escasa se ha dado prioridad a la intensificación de la producción mediante el aporte de energía en forma de fertilizantes, mientras que en los que la población agrícola se reduce, este aporte energético va unido a la mecanización.

También Stout y Cheze (1999) destacan que la producción efectiva de los cultivos requiere máquinas –herramientas manuales, implementos de tracción animal y equipos accionados por motores. Debido a que estas máquinas representan una sustancial inversión de capital para los agricultores individuales, se requieren principios y reglas para su selección y gestión apropiadas con el fin de obtener grandes retornos. Para Maroni (2004), la gestión de la maquinaria agrícola es un elemento que conforma, entre otros, el campo de acción del Ingeniero Agrónomo.

Para la FAO (2016), la mecanización sostenible desempeña un papel cada vez más importante. En esencia, la mecanización sostenible es la práctica de introducir maquinaria adecuada a los agricultores para asegurar que su producción no sólo sea ambientalmente sostenible, sino también más eficiente. La mecanización agrícola sostenible se refiere a todas las tecnologías de cultivo y procesamiento, desde las herramientas de mano básicas hasta equipos motorizados. No solamente se limita a considerar los aspectos técnicos de la agricultura, sino que también tiene en cuenta el efecto que tienen las herramientas en la producción del agricultor, desde la producción en los cultivos pasando por la cadena de valor hasta la comercialización de los productos, y a su vez, en el impacto que esto tiene sobre los ingresos del agricultor.

Gil (1995) planteó que aparejado al progreso tecnológico ha aumentado el costo de utilización de la maquinaria agrícola, no solamente expresado en términos de dinero sino también en función de cantidades cada vez mayores de energía, por lo que los técnicos, administradores y usuarios de estas tecnologías deben poseer un sólido conocimiento no sólo de los principios de trabajo de cada máquina posible de utilizar, sino también de los objetivos que se persiguen alcanzar con su uso.

Por su parte, Hoogeveen y van Lier (1999) destacaron que la agricultura mecanizada requiere la optimización de las condiciones de producción. Sólo cuando estas condiciones son óptimas, la producción puede ser la más eficiente posible.

Tomando en cuenta estos aspectos se puede afirmar que la gestión de la maquinaria agrícola es un elemento que forma parte, entre otros, del campo de acción del Ingeniero Agrónomo.

2.2 *La Ingeniería Agronómica y la Mecanización Agrícola en Ecuador*

De acuerdo con Real Academia Española, la **agronomía** (de agrónomo) es el conjunto de conocimientos aplicables al cultivo de la tierra, derivados de las ciencias exactas, físicas y económicas, y **agronomo(a)** (del gr. ἀγρονόμος agrónomos ‘inspector de campos’) es el profesional de la agronomía (Ingeniero Agrónomo).

El Ingeniero Agrónomo tiene una competencia profesional muy bien definida: la producción agropecuaria... se conceptualiza al Ingeniero Agrónomo como el profesional de la agronomía con un extenso conocimiento del proceso productivo y de la comercialización de los productos y subproductos agropecuarios, mediante un fuerte dominio cognitivo y práctico. Se caracteriza por emplear la metodología científica para la solución de problemas, la innovación constante de los procesos y productos agropecuarios, la formulación y evaluación de proyectos productivos y el liderazgo en las unidades productivas, así como por conservar e incrementar los recursos naturales para aumentar la rentabilidad de las unidades agropecuarias, por generar productos inocuos y por beneficiar a la población rural (Córdova, Ramírez y Barbosa, 2011).

En Ecuador existe tradición en la generación de normativas en relación al desempeño de las profesiones en el ámbito de la ingeniería, como lo demuestra el Reglamento a la Ley de Ejercicio Profesional de la Ingeniería, promulgado en el Registro Oficial N°257 de enero 18 de 1977 y publicado en el Suplemento del Registro Oficial N°257 de enero 18 de 1977.

Con relación a la mecanización, el mencionado Reglamento estableció que el ejercicio profesional del Ingeniero Agrónomo se desarrollaría, entre otros, a través del campo de actividad la participación en el asesoramiento, planificación, dirección y ejecución de programas de mecanización agropecuaria y forestal.

Este campo de actividad fue modificado a través del Reglamento a la Ley de Ejercicio Profesional de la Ingeniería publicado en el Registro Oficial No. 398, del jueves 7 de agosto de 2008, donde se establece: “Participar en el asesoramiento, planificación, dirección y ejecución de programas de mecanización agropecuaria”.

Según Orbe y Plaza (1988) “la mecanización es uno de los factores generalmente incluidos en el conjunto de recomendaciones para la tecnificación de la agricultura, y su empleo adecuado representa un aporte importante al incremento de la producción agrícola”. Estos autores destacan que Ecuador requiere de la importación de maquinaria y equipos agrícolas para desarrollar en mejor forma sus recursos de producción, sin embargo, la adquisición de maquinaria se ha venido realizando sin considerar aspectos técnicos básicos, lo que ha incidido negativamente en la obtención de la máxima eficiencia de trabajo y costo de la maquinaria.

Esta situación estaría en correspondencia con el hecho de que antes de la década del 90 la formación del profesional agrario fue generalista, y se enmarcó en una formación técnica y metodológica que poco ha insertado en el mercado ocupacional, además de poco creativa, lo que desmejoró su imagen profesional en el contexto socio-económico, político y cultural del país (Cabrerá, 1996). Esto no se debería a la concepción generalista de la carrera, sino en el presente trabajo se considera que estaría más vinculado a deficiencias en el proceso de formación.

De acuerdo con Arana, Jarén y Arazuri (2008), para una adecuada formación en Mecanización se debe perseverar e incrementar el cambio de metodología de enseñanza para lograr que los alumnos sean el agente principal y que la formación prevalezca sobre la información, pues mientras la primera se utiliza durante toda la vida profesional, la segunda se hace obsoleta en poco tiempo.

De acuerdo con lo expuesto, se requiere esclarecer el ámbito de la mecanización agrícola que debe ser atendido por el profesional de la Ingeniería Agrónoma, con el propósito de influir positivamente en su formación universitaria, y en su vida profesional, favoreciendo la solución de las deficiencias mencionadas.

Según Vargas y Hernández (1996) no es el desconocimiento o la falta de capacitación en la tecnología que se ha de aplicar, la causa principal de que

se obtengan bajos resultados en las empresas agropecuarias; estos dependen fundamentalmente de la forma en que se organiza y se conduce el proceso productivo. La solución de este problema no está dada en que establezcamos solamente el procedimiento tecnológico a seguir, sino en dirigir eficazmente el proceso productivo.

Aquí conviene establecer diferencias entre dirigir, administrar y gestionar. Según Pérez y Díaz (2003), *dirigir* es hacer las cosas que son correctas, es prever, es eficacia; *administrar* es hacer bien las cosas, es cumplir, es eficiencia. Para dirigir es imprescindible administrar. Por su parte, para De Heredia (1995), *gestionar* es realizar tareas –con cuidado, esfuerzo y eficacia– que conduzcan a una finalidad.

Coincidiendo con Stout y Cheze (1999) y Maroni (2004), en el presente trabajo se preconiza el criterio de que el profesional de la Ingeniería Agrónoma es responsable de la gestión apropiada de la maquinaria agrícola, o implementación de las tecnologías y procesos tecnológicos a realizar en cada cultivo, dentro de muchas otras.

Así, de acuerdo con Córdova y Barrera (2008), el Ingeniero Agrónomo debe seleccionar y manejar¹ la maquinaria y equipo agropecuario, para hacer su uso más eficiente e incrementar los niveles productivos agrícolas sin afectar negativamente los recursos naturales. Algunas de las actividades a implementar son: selección y evaluación de maquinaria y equipo conforme al cultivo, su etapa y condiciones ambientales.

En el presente trabajo se defiende la idea de que la gestión de la maquinaria agrícola exige del Ingeniero Agrónomo dedicación y amplios conocimientos para la toma de decisiones, por lo que en este caso el manejo de la maquinaria debería verse como la dirección o gobierno de la misma, y no como la conducción de máquinas agrícolas, para lo cual sería suficiente el trabajo de un obrero capacitado, no de un ingeniero.

Es necesario considerar las características de la agricultura en el Ecuador, entre las que se destacan una amplia presencia de la agricultura familiar, y la tendencia hacia una disminución de la población económica activa vinculada al sector agropecuario,

1 Debe entenderse como dirección y gobierno, no como conducir (guiar) máquinas.

que tiene estrecha relación con la disminución progresiva de la población rural (Martínez, 2013).

En el II Encuentro del Mercosur ampliado sobre máquinas y herramientas para la agricultura familiar (Tutuy et. al., 2012) se destacó que el desarrollo de la agricultura familiar tiene, entre otros requerimientos, la necesidad de contar con aportes de tecnologías apropiadas –entre ellas máquinas y herramientas– que faciliten el trabajo familiar y que contribuyan a la realización de procesos de producción, transformación y agregado de valor con uso eficiente de las energías, en lo posible renovables.

Esparza y Ramilo (2011) destacan que el uso de máquinas e implementos adecuados para los pequeños agricultores familiares implica su adaptación a los cultivos tradicionales, a las características del esfuerzo de tracción disponible y a las condiciones agroecológicas en las que se desarrollan sus actividades; y deben ser culturalmente apropiados, acorde con los aperos utilizados y con las características de los animales de trabajo empleados. Señalan que es importante que se considere en su diseño y construcción la resistencia de los materiales, la sencillez en su mecánica, la posibilidad de conseguir repuestos y lograr reparaciones en zonas alejadas, y que sean de fabricación local, ya que con ello se fomenta la mejor utilización de insumos y recursos regionales.

Un aporte importante a la atención a las necesidades de la agricultura familiar ecuatoriana se refiere, entonces, al uso tecnologías de mecanización apropiadas, ámbito en el cual se requiere la actuación profesional del Ingeniero Agrónomo, en la selección, adaptación y/o creación de medios que respondan a sus características específicas, aprovechando las potencialidades locales y regionales.

Además, de acuerdo con Cortés, Álvarez y González (2009), la mecanización agrícola debe considerar invariablemente las condiciones hidrometeorológicas, el suelo y el mismo desarrollo de la planta, porque esas condiciones implican variadas características de máquinas y equipos, lo cual redundará en la optimización del recurso máquina, tiempo y costos, facilitado por la adecuada selección, planificación, programación y mantenimiento. Todas las actividades mecánicas ejecutadas sobre un suelo o cultivo deben tener una justificación y una secuencia ordenada, para hacer un

uso eficiente de los equipos y consecuentemente, obtener altos rendimientos a menores costos.

Sobre la base de haber incorporado los conocimientos básicos (y sólidamente afianzados) de las disciplinas previas (Matemáticas, Física, Edafología, entre otras), la enseñanza de la maquinaria agrícola dirigido a los futuros profesionales deberá centrarse... en el reconocimiento de los equipos, sus características, funciones, selección y uso eficaz de los mismos. La etapa de aprendizaje deberá enfocar la actividad ejercitando el proceso de relación de los equipos agrícolas con el sistema productivo y las diferentes disciplinas participantes (Maroni, 2004).

Como plantean Córdova, Ramírez y Barbosa (2011), en relación con el manejo de la maquinaria y el equipo agropecuario, el Ingeniero Agrónomo debe poseer, entre otros, conocimientos sobre el proceso de producción agrícola; la eficiencia, la operación y el funcionamiento del equipo agrícola, y su rendimiento; la selección de maquinaria y equipo, la planeación del trabajo mecanizado, y la estimación de costos de funcionamiento de la maquinaria y el equipo agrícola.

3. Conclusiones

La gestión de los medios mecanizados o manejo de la maquinaria agropecuaria es uno de los campos de acción principal del Ingeniero Agrónomo, tanto en las condiciones del sector agropecuario ecuatoriano, como a nivel mundial.

La gestión de los medios mecanizados por parte del Ingeniero Agrónomo se centrará en la planificación de las operaciones requeridas para las distintas labores y cultivos, la selección de la maquinaria a emplear, y la determinación de los costos de operación y su rendimiento.

Tomando en cuenta la gestión a realizar por el Ingeniero Agrónomo durante el manejo de la maquinaria, los conocimientos previos que debe adquirir el mismo durante su formación a nivel de pregrado, se centrarán en: condiciones y exigencias de las operaciones agrícolas, conocimiento detallado de la estructura y funcionamiento de las máquinas y aperos; las técnicas y procedimientos para su selección y la planificación de actividades, así como la evaluación técnico-económica de su desempeño.

Referencias

- Arana, J. I., Jarén, C., Arazuri, S. (2008). *Adaptación de la asignatura Mecanización de Granjas al EEES*. Artículo presentado en las VII Jornadas Sobre la Actividad Docente e Investigadora en Ingeniería Agroforestal. Almería, España: 18 y 19 de septiembre de 2008. Recuperado de: http://www.ual.es/Congresos/JIA/completo/grangas_arana.pdf, 9 de mayo de 2017.
- Cabrera, P. (1996). Análisis sobre la situación de la Educación Agrícola Superior (Consejo Nacional de Facultades de Ciencias Agropecuarias del Ecuador). *CEIBA*, 37(1), 147-155.
- Córdova Duarte, G., & Barrera Guerra, J.L. (2008). Competencias profesionales del ingeniero agrónomo de la Universidad de Guanajuato. *Acta Universitaria*, 18(Extra 1), 82-89.
- Córdova Duarte, G., Ramírez, L.V., Barbosa Jaramillo, E.R. (2011). El perfil académico profesional del ingeniero agrónomo. Una propuesta renovada para el siglo XXI. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (México), XLI(1-2), 143-178.
- Cortés, E., Álvarez, F., & González, H. (2009). La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 4(2), 151-160.
- De Heredia, R. (1995). *Dirección Integrada de Proyecto –DIP– “Project Management”*. Segunda Edición. Madrid, España: Servicio de Publicaciones de la E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid.
- Esparza, S., & Ramilo, D. (2011). *Técnicas apropiadas. Memorias del Iº encuentro del Mercosur ampliado: maquinarias y herramientas para la agricultura familiar*. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA.
- FAO. (2011). *Sistemas agrícolas que permiten ahorrar y crecer. Hoja de Datos No. 1. Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola (ISPA)*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-bc412s.pdf>, 3 de mayo de 2017.
- FAO. (2016). *El rol de la mecanización en la sostenibilidad de la agricultura*. Recuperado de: <http://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/461220/>, 3 de mayo de 2017.
- Gil González, F. (1995). *Energía y mecanización en la agricultura*. Caracas, Venezuela: Editorial Universidad Central de Venezuela.
- Hoogeveen, A., & van Lier, H.N. (1999). Land-Use Planning for Farming. In H. N. van Lier, L. S. Pereira & F. R. Steiner (Eds.), *CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume I Land and Water Engineering*, (pp. 43-58). Michigan, USA: American Society of Agricultural Engineers.
- Jijngi H.E., & Simeon P.O. (2017). Need for meaningful mechanization strategies to enhance sustainable agricultural production in Benue State-Nigeria. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 17(1), 259-258.
- Maroni, J.R. (2004). El Ingeniero agrónomo, la maquinaria agrícola y la agronomía. *Agromensajes de la facultad*, 5(13), 26-31.
- Márquez Delgado, L. (2011). El ingeniero agrónomo en el sector de la maquinaria agrícola. *Mundo del agrónomo: la revista del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Centro y Canarias*, 15, 11-12.
- Márquez, L., & Gasparetto, E. (2008). 1ª Cumbre Mundial de la Mecanización Agrícola (Agrievolution 2008). *Agrotécnica*, 6, 34-43.
- Martínez Valle, L. (2013). *La Agricultura Familiar en El Ecuador*. Serie Documentos de Trabajo N°147. Grupo de Trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Programa Cohesión Territorial para el Desarrollo. Santiago, Chile: Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP).
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. s/a. *MAGAP desarrolló taller de mecanización agrícola*. Recuperado de: <http://www.agricultura.gob.ec/magap-desarrollo-taller-de-mecanizacion-agricola>, 9 de mayo de 2017.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. s/a. *MAGAP entregó centros de mecanización agrícola en*

- La Troncal*. Recuperado de: <http://www.agricultura.gob.ec/magap-entregos-centros-de-mecanizacion-agricola-en-la-troncal/>, 9 de mayo de 2017.
- Odigboh, E.U. (1999). Human-Powered Tools and Machines. In Bill A. Stout & Bernard Cheze (Eds.), *CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume III Plant Production Engineering*, (pp. 1-22). Michigan, USA: American Society of Agricultural Engineers.
- Olaoye, J. O., & Rotimi, A.O. (2010). Measurement of agricultural mechanization index and analysis of agricultural productivity of farm settlements in Southwest Nigeria. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 12(1), 125-134.
- Orbe C., G., & Plaza, G. (1988). *Consideraciones básicas para la selección de maquinaria agrícola*. Serie Didáctica No. 5. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Pérez Betancourt, A., & Díaz Llorca, C.B. (2003). *El directivo y la ideología organizacional cubana*. La Habana, Cuba: Editorial de Ciencias Sociales.
- Pérez Moya, J. (1996). *Estrategia, gestión y habilidades directivas: Un manual para el nuevo directivo*. Madrid, España: Díaz De Santos.
- Stout, B.A., & Cheze, B. (1999). Preface. In Bill A. Stout & Bernard Cheze (Eds.), *CIGR Handbook of Agricultural Engineering, Volume III Plant Production Engineering*, (pp. xxvii-xxviii). Michigan, USA: American Society of Agricultural Engineers.
- Tutuy, M., et. al. 2012. *Memoria, análisis y propuestas. II Encuentro del Mercosur ampliado. Máquinas y herramientas para la agricultura familiar: tecnologías apropiadas para la agricultura familiar*. 1ª ed. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.
- Vargas Jiménez, A., & Hernández Falcón, D. (2001). Hacia un nuevo modelo de desarrollo de los profesionales agropecuarios en la América Latina. *Revista Pedagogía Universitaria*, VI(3), 52-64.

Comportamiento agronómico y evaluación económica de híbridos de maíz cristalino duro (*Zea mays L.*) en tres zonas agroecológicas del Litoral ecuatoriano

Agronomic performance and economic evaluation of crystalline maize hybrids (*Zea mays L.*) in three agroecological zones in the Ecuadorian Littoral

Alfonso Vasco Medina¹, Carlos Saenz Morales¹, Sonia Vasco Mora², Diana Vasco Mora¹

✉: avascoes@yahoo.es

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Km 1.5 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. EC. 12050. Quevedo, Ecuador.

² Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil. Guayacanes 520. EC 090511 Guayaquil, Ecuador.

Resumen

El objetivo de este estudio fue el de evaluar el comportamiento agronómico de híbridos de maíz en tres diferentes localidades de la Costa ecuatoriana. Se evaluaron 5 híbridos: dos locales (INIAP H-551 e INIAP H-601), dos extranjeros (Insignia 105 y S-505) y uno experimental (UTEQ). Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con 5 tratamientos en 4 repeticiones y pruebas de Tukey al 95% de probabilidad para establecer las diferencias entre las medias de los tratamientos. Los resultados indican que la zona de estudio no tiene ninguna incidencia en las variables dependientes evaluadas. El híbrido experimental UTEQ fue el más precoz con 49.8 días a la floración masculina, mientras que el híbrido S-505 fue el más tardío con 53.6 días a la floración masculina. El híbrido INIAP H-551 presentó las mazorcas de menor longitud con 15.5 cm, mientras que las de mayor longitud las produjo el híbrido UTEQ. El híbrido S-505 presentó las mazorcas con mayor número de hileras de granos (17.4), mientras que INIAP H-551 con un promedio de 13.3, mostró el menor número de hileras de granos. El híbrido UTEQ registró un rendimiento por encima de los dos híbridos del INIAP alcanzando un promedio de 6852 kg/ha entre las tres zonas, siendo los híbridos Insignia 105 y S-505 los más productivos con 8336.4 y 8151.6 kg/ha, respectivamente. En términos económicos, el híbrido UTEQ presentó una rentabilidad de entre 75 y 81 %, por lo cual se concluye que este material genético puede ser destinado a pequeños productores, dado que demanda menores gastos por unidad de producción.

Palabras clave: maíz híbrido, comportamiento agronómico, Litoral ecuatoriano.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the agronomic performance of maize hybrids in three different localities in the Ecuadorian Coast. Five hybrids of maize: two local hybrids (INIAP H-551 e INIAP H-601), two foreign hybrids (Insignia 105 and S-505) and one experimental material (UTEQ) were evaluated. We used a Complete Block Design with 5 treatments in 4 replications and Tukey tests at 95% probability to establish the differences between the means of the treatments. The main results indicated that the locality had no effect on the dependent variables under analysis. The experimental hybrid UTEQ had the shortest time to male flowering with 49.8 days, while the hybrid S-505 with 53.6 days had the longest. The INIAP H-551 hybrid had the shortest cobs, with an average of 15.5 cm, while the longest cobs were produced by the UTEQ hybrid. The S-505 hybrid had the cobs with the highest number grain rows (17.4), while the INIAP H-551 with an average of 13.3, showed the lowest number of grain rows. The UTEQ hybrid had higher yields than those observed for the two INIAP hybrids, reaching an average yield of 6852 kg/ha, with the Insignia 105 and S-505 hybrids the most productive with yields of 8336.4 and 8151.6 kg / ha, respectively. In economic terms, the hybrid UTEQ, had a profitability of 75-81%, so that we conclude that this material should be promoted among small-scale producers, since it has low costs per unit of production.

Keywords: hybrid maize, agronomic performance, Ecuadorian Littoral.

1. Introducción

Dados los altos costos asociados a la producción de maíz, la rentabilidad de este cultivo depende fundamentalmente de la productividad del mismo. Por tanto, los productores demandan cultivares que con alto potencial genético de rendimiento y adaptabilidad a las condiciones ambientales locales de las zonas de producción (Gordon et al., 2006; Ferraz Téllez, Permuy Abeleira, & Acosta Roca, 2013). En consecuencia, el éxito de cualquier genotipo depende no solo de su buen comportamiento en términos de rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades, sino también de su desempeño agronómico en las diferentes zonas de producción (Nole, 2012 & Andrade, 2014; Antuna et al., 2003).

Una de las alternativas para incrementar la productividad del maíz, es el desarrollo de nuevos híbridos utilizando materiales criollos seleccionados en función de su adaptabilidad a las condiciones ambientales locales y su resistencia a plagas y enfermedades (Renfro, 1985; Gómez et al., 2010). Se espera que estos materiales superen en rendimiento a los híbridos comerciales con una menor inversión y mayor rentabilidad para el productor. Uno de estos materiales es el híbrido experimental UTEQ, el cual ha sido desarrollado teniendo

en cuenta las condiciones locales de la provincia de Los Ríos. Sin embargo, es preciso comparar las características y comportamiento agronómico de este material promisorio con otros híbridos ofertados en el mercado a fin de evaluar su real potencial.

Con estos antecedentes, este trabajo de investigación tuvo como objetivo el evaluar la adaptabilidad y el potencial de rendimiento de híbridos de maíz en tres diferentes localidades de la provincia de Los Ríos, a fin de proporcionar alternativas de producción económicamente viables para los agricultores del Litoral ecuatoriano. Adicionalmente, se plantearon los siguientes objetivos específicos: identificar el híbrido de maíz de mayor rendimiento, determinar la zona de mayor rendimiento de grano y realizar un análisis económico de los resultados de los híbridos evaluados.

2. Materiales y métodos

El trabajo de campo tuvo lugar en el periodo junio-septiembre de 2015, en tres localidades representativas del Litoral ecuatoriano: Ventanas, Valencia y Vinces, cuyas características edafoclimáticas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características edafoclimáticas de las localidades en estudio.

Características Edafoclimáticas	Localidades		
	Ventanas	Valencia	Vinces
	Aguas Frías de Medellín	El Vergel	Instituto Tecnológico Vinces
Precipitación	1577.8 mm/año	1900 mm/año	1577 mm/año
Temperatura media	25.2	24.8	26.0
Humedad Relativa	86%	84%	85%
Heliofania	894	721	1080
Clima	cálido	Trópico húmedo	Bosque seco tropical
Topografía	Irregular	Plana	Irregular
Drenaje	Bueno	Bueno	Irregular
Textura	Franco arcillosa	Franco limoso	Franco arcillosa
pH	6.7	6	5.6

Fuente: INAMHI (2015).

2.1. Material genético

Para la evaluación comparativa con el nuevo híbrido experimental de maíz UTEQ, se utilizaron cuatro hí-

bridos comerciales de maíz: el INIAP H-551, INIAP H-601, INDIA 505 y el Insignia 105. Las especificaciones de siembra utilizadas para este estudio se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Identificación de los híbridos de maíz en estudio.

Tratamientos	Híbridos	Genealogía	Procedencia
1	INIAP H-551(T1)	(S4 B-523 X S4 B-521)X S4 B-520	INIAP
2	INIAP H-601(T2)	(S ₄ LP _{3a} X S ₆ LI ₄)	INIAP
3	Insignia 105(T3)		INTEROC
4	INDIA S-505(T4)		INDIA
5	UTEQ	(SM ₄₅ X SV ₁₅)x SV39	UTEQ

En la Tabla 3 se presentan las especificaciones de siembra de los híbridos de maíz en estudio.

Tabla 3. Especificaciones de siembra

Parámetros	Valores
Número de tratamientos:	5
Número de repeticiones:	4
Número de parcela por localidad:	20
Distancia entre plantas	0.2 m
Distancia entre hileras	0.9 m
Semillas por sitio:	2 para raleo a 1
Hileras por tratamiento:	8
Hileras útiles por parcela:	6
Golpes o sitios por hilera:	50
Longitud de tratamiento:	10 m
Ancho de tratamiento:	7.2 m
Longitud de repeticiones:	36 m
Área de tratamientos:	72 m ²
Área útil de tratamientos:	54 m ²
Densidad poblacional:	5555 plantas/ha
Área total del experimento:	1800 m ²
Área útil del experimento:	1440 m ²

2.2. Variables de estudio

Para evaluar el comportamiento agronómico de los cinco híbridos de maíz bajo estudio, se seleccionaron las siguientes variables: días a floración masculina, longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), número de hileras de granos, rendimiento de grano al 13% de humedad (kg/ha). Adicionalmente, se realizó un análisis económico a fin de determinar cuál de las alternativas estudiadas ofrecía mayor rentabilidad para el productor.

2.3. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con 5 tratamientos en 4 repeticiones, en cada una de las zonas de estudio. Se realizaron análisis de varianza para todas las variables. Se empleó pruebas de Tukey al 95 % de probabilidad para establecer diferencias entre medias, mientras que para las localidades se usó la prueba t. Todos los análisis se llevaron a cabo con el paquete estadístico Infostat.

3. Resultados

A continuación, se detallan los resultados de los análisis de varianza y la comparación de medias para las cinco variables dependientes bajo estudio. Se reportan además los resultados del análisis económico.

3.1. Días a la floración masculina

En la Tabla 4, se presentan los promedios correspondientes a los días a la floración masculina. El análisis de varianza reflejó que existieron diferencias significativas entre localidades, con coeficientes de variación de 0.7, 0.8 y 0.4 %, para Ventanas, Valencia y Vinces, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey muestran que, en Ventanas, los híbridos comerciales S-505 e Insignia 105 registraron el mayor número de días a la floración masculina 53.5 y 53 días, respectivamente, siendo significativamente más tardíos que los demás híbridos que registraron promedios entre de 50 y 51.5 días a la floración masculina. En Valencia, el mayor número de días a la floración masculina se registró para el híbrido S-505 (55 días), siendo significativamente más tardío que los demás híbridos, los cuales florecieron entre 50.3 y 54 días. Para la zona de Vinces, el híbrido INIAP H-551 fue el más tardío con 52.3 días a la floración masculina, mientras que el resto de híbridos se ubicaron en el mismo grupo con promedios de entre 49 y 51 días a la floración masculina. A través del análisis combinado de las tres localidades en estudio, se determinó que el híbrido experimental UTEQ fue el más precoz con 49.8 días a la floración masculina, siendo el más tardío el híbrido S-505 con 53.6 días. El mayor promedio de días a la floración masculina se registró en Valencia (52.6 días), mientras que las medias registradas en Ventanas y Vinces presentaron promedios de 51.8 y 50.5 días a la floración masculina, respectivamente.

Tabla 4. Promedios de días a la floración masculina de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del Litoral ecuatoria-

N°	Tratamientos	Localidades ^{1/}						Promedios ^{2/}
		Ventanas		Valencia		Vinces		
1	INIAP H-551	50.8	bc	51.3	D	52.3	a	50.7
2	INIAP H-601	51.5	b	52.3	C	51.0	b	51.3
3	Insignia 105	53.0	a	54.0	B	50.0	c	52.7
4	S-505	53.5	a	55.0	A	50.0	c	53.6
5	UTEQ	50.0	c	50.3	e	49.0	d	49.8
	Medias ^{2/}	51.8	b	52.6	A	50.5	b	51.6
	C.V. (%)	0.7		0.8		0.4		

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

3.2. Longitud de mazorca

Los promedios de longitud de mazorca (cm) se muestran en la Tabla 5. El análisis de varianza para esta variable demostró que los híbridos alcanzaron significancia estadística en Ventanas y Valencia, mas no así en Vinces.

En Ventanas, el híbrido UTEQ produjo las mazorcas más largas con 19.3 cm en promedio, ubicándose

en el mismo grupo de los híbridos S-505, Insignia 105 e INIAP-601 que presentaron promedios entre 17.3 y 18.1 cm. En Valencia, las mazorcas más largas se obtuvieron con el híbrido Insignia 105 (19.6 cm), el cual se ubicó en el mismo grupo que el híbrido INIAP H-601 (17.6 cm). Los demás tratamientos presentaron promedios menores, con longitudes promedio entre 15.0 y 16.6 cm. En Vinces, no se reportaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. No se registraron diferencias significativas entre localidades.

Tabla 5. Promedios de longitud de mazorcas (cm) de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del Litoral ecuatoriano.

N°	Tratamientos	Localidades ^{1/}						Promedios ^{3/}
		Ventanas		Valencia		Vinces		
1	INIAP H-551	15.0	b	15.0	c	16.5	a	15.5
2	INIAP H-601	17.3	ab	17.6	ab	17.3	a	17.4
3	Insignia 105	17.3	ab	19.6	a	16.8	a	17.9
4	S-505	18.1	ab	16.1	bc	16.3	a	16.8
5	UTEQ	19.3	a	16.6	bc	19.3	A	18.4
	Medias ^{2/}	17.4	a	17.0	a	17.2	A	17.2
	C.V. (%)	9.0		5.5		8.6		

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

3.3. Diámetro de mazorca

Los promedios de diámetro de mazorcas (cm), se presentan en la Tabla 6. Con base en el análisis de varianza se constató que existen diferencias significativas entre los híbridos estudiados en las localidades de Ventanas, Valencia, y Vinces, con coeficientes de variación de 2.4, 1.9 y 4.6 %, respectivamente.

En Ventanas, los mayores diámetros de mazorca se registraron para los híbridos S-505 e In-

signia 105 y UTEQ, mientras que para los híbridos INIAP H-601 e INIAP H-551 se registraron diámetros menores (4.6 y 4.8, respectivamente). En la zona de Valencia, las mazorcas de mayor diámetro las presentó S-505 (5.1 cm). En Vinces, los híbridos S-505 y UTEQ registraron las mazorcas de mayor diámetro (5.1 y 4.8 cm, respectivamente), superando a los demás híbridos que registraron diámetros de 4.6 cm, en todos los casos. No se registraron diferencias significativas entre localidades.

Tabla 6. Promedios de diámetro de mazorcas (cm) de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del Litoral ecuatoriano.

N°	Tratamientos	Localidades ^{1/}						Promedios ^{3/}
		Ventanas		Valencia		Vinces		
1	INIAP H-551	4.6	b	4.5	d	4.6	b	4.6
2	INIAP H-601	4.8	b	4.7	cd	4.6	b	4.7
3	Insignia 105	5.3	a	4.8	bc	4.6	b	4.9
4	S-505	5.3	a	5.1	a	5.1	a	5.2
5	UTEQ	5.2	a	4.9	b	4.8	ab	4.9
	Medias ^{2/}	5.0	a	4.8	a	4.7	a	4.9
	C.V. (%)	2.4		1.9		4.6		

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

3.4. Número de hileras de granos

En la Tabla 7 se presentan los promedios para número de hileras de granos. El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre los tres híbridos estudiados en las tres zonas en estudio, con coeficientes de variación de 6.9, 8.5 y 10.7 % para Ventanas, Valencia y Vinces, respectivamente.

En Ventanas el mayor número de hileras de granos se registró para los híbridos S-505 e Insignia 105 (17.8 y 16.5, respectivamente), superando a los de-

más híbridos que presentaron valores de entre 12.8 y 13.7 hileras en promedio. En Valencia, los híbridos comerciales Insignia 105 y S-505 registraron los mayores promedios de número de hileras con valores de 17 y 16.8, respectivamente, superando al resto de tratamientos que registraron promedios 13 hileras en todos los casos. En la localidad de Vinces, el mayor número de hileras de granos se registró nuevamente para los híbridos S-505 e Insignia 105. De manera similar al resto de variables hasta aquí analizadas, no se registró ningún efecto de la localidad en el número de hileras de granos.

Tabla 7. Promedios de número de hileras de granos de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del Litoral ecuatoriano.

N°	Tratamientos	Localidades ^{1/}						Promedios ^{3/}
		Ventanas		Valencia		Vinces		
1	INIAP H-551	12.8	b	13.0	b	14.0	bc	13.3
2	INIAP H-601	13.7	b	13.0	b	13.5	c	13.4
3	Insignia 105	16.5	a	17.0	a	17.3	ab	16.9
4	S-505	17.8	a	16.8	a	17.8	a	17.4
5	UTEQ	13.6	b	13.0	a	13.0	c	13.2
	Medias ^{2/}	14.9	a	14.6	a	15.1	a	
	C.V. (%)	6.9		8.5		10.7		

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

3.5. Rendimiento de grano al 13% de Humedad

Los promedios de rendimiento de grano se presentan en la Tabla 8. El análisis de varianza demostró que existen diferencias estadísticamente significativas para los híbridos en las tres zonas en estudio, con coeficientes de variación de 3.9, 4.1 y 6.3%, para Ventanas, Valencia y Vinces, respectivamente. Los tratamientos presentaron alta significancia esta-

dística para el análisis combinado con un coeficiente de variación de 3.5%.

En Ventanas, los mayores rendimientos se registraron para los híbridos Insignia 105 y S-505, superando al híbrido UTEQ y los híbridos de INIAP. Similares resultados se registraron en las localidades de Valencia y Vinces. No se registraron diferencias significativas atribuibles a la localidad.

Tabla 8. Promedios de rendimiento en grano (kg/ha) de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en tres zonas agroecológicas del Litoral ecuatoriano.

N°	Tratamientos	Localidades ^{1/}						Promedios ^{3/}	
		Ventanas		Valencia		Vinces			
1	INIAP H-551	5921.9	c	5770.4	C	5375.0	c	5689.1	c
2	INIAP H-601	6034.1	c	6075.0	C	6300.0	bc	6136.4	c
3	Insignia 105	8484.3	a	8175.0	A	8350.0	a	8336.4	a
4	S-505	8254.9	a	7800.0	A	8400.0	a	8151.6	a
5	UTEQ	6806.0	b	6725.0	B	7025.0	b	6852.0	b
	Medias ^{2/}	7100.2	a	6909.1	A	7090.0	a	7033.1	
	C.V. (%)	3.9		4.1		6.3		3.5	

^{1/} Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

^{2/} Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba t.

^{3/} Promedios del análisis combinado.

3.6. Análisis económico

En la Tabla 9, se presenta el análisis económico del rendimiento de los híbridos estudiados en las tres localidades. En Ventanas el mayor rendimiento correspondió al híbrido Insignia 105 con 85 T/ha con un ingreso neto de US \$ 1193.75 y una rentabilidad del 67%. Sin embargo, la mayor rentabilidad se obtuvo con el híbrido INIAP H-551 con una rentabili-

dad del 90%, y una relación beneficio/costo de 1.9, lo que significa que por cada dólar invertido el productor gana 90 centavos.

El híbrido S-505 presentó el mayor rendimiento en Vinces con 84 T/ha, a un costo de tratamiento de US \$ 1154.25, un ingreso neto de \$ 1365.75 y una relación beneficio/costo de 1.87, es decir, que por cada dólar invertido se ganó 87 centavos (rentabili-

dad del 87%). Sin embargo, el híbrido experimental UTEQ produjo la mayor rentabilidad con 89% a un costo de tratamiento de US \$ 945.28, y un ingreso neto de US \$ 1154.73.

Para la zona de Valencia el híbrido Insignia 105 registró el mayor rendimiento 82 T/ha, a un costo de tratamiento de US \$ 1356.45, un costo total de US

\$ 1766.45, un ingreso neto de US \$ 1103.55 y una relación beneficio costo de 1.77 (77 centavos de ganancia por cada dólar invertido), es decir, una rentabilidad de 77%. Sin embargo, la mayor rentabilidad (87%) se obtuvo con el híbrido INIAP H-551, para el cual se obtuvo un ingreso neto de US \$ 945.66 a un costo de tratamiento US \$ 794.34 y costo variable de US \$ 290.

Tabla 9. Análisis económico del rendimiento (Kg/ha) en función del costo de los tratamientos de las tres zonas en estudio.

Descripción	Rendimiento (Kg/ha)	Ingreso Bruto (\$)	Costo Tratamiento (\$)	Costos variables (\$)	Costos Totales (\$)	Ingreso neto (\$)	B/C	Rentabilidad %
Ventanas								
INIAP H-551	5900.00	2065.00	794.34	295.00	1089.34	975.66	1.90	90.00
INIAP H-601	6000.00	2100.00	880.34	300.00	1180.34	919.66	1.78	78.00
Insignia 105	8500.00	2975.00	1356.45	425.00	1781.45	1193.55	1.67	67.00
S-505	8300.00	2905.00	1154.25	415.00	1569.25	1335.75	1.85	85.00
UTEQ	6800.00	2380.00	945.28	340.00	1285.28	1094.73	1.85	85.00
Vinces								
INIAP H-551	5400.00	1890.00	794.34	270.00	1064.34	825.66	1.78	78.00
INIAP H-601	6300.00	2205.00	880.34	315.00	1195.34	1009.66	1.84	84.00
Insignia 105	8300.00	2905.00	1356.45	415.00	1771.45	1133.55	1.64	64.00
S-505	8400.00	2940.00	1154.25	420.00	1574.25	1365.75	1.87	87.00
UTEQ	7000.00	2450.00	945.28	350.00	1295.28	1154.73	1.89	89.00
El Vergel								
INIAP H-551	5800.00	2030.00	794.34	290.00	1084.34	945.66	1.87	87.00
INIAP H-601	6100.00	2135.00	880.34	305.00	1185.34	949.66	1.80	80.00
Insignia 105	8200.00	2870.00	1356.45	410.00	1766.45	1103.55	1.62	62.00
S-505	7800.00	2730.00	1154.25	390.00	1544.25	1185.75	1.77	77.00
UTEQ	6700.00	2345.00	945.28	335.00	1280.28	1064.73	1.83	83.00
Costo Semilla		Costos Fijos						
H-551	40.00	H-551	754.34	Cosecha + Transporte			\$ 0.05	
H-601	80.00	H-601	800.34					
Insignia 105	235.00	Insignia 105	1121.45	Precio Kg al 13 % de humedad			\$ 0.35	
S-505	145.00	S-505	1009.25					
UTEQ	50.00	UTEQ	895.28					

4. Discusión

En la presente investigación, las variables estudiadas presentaron alta significancia estadística, lo cual indica que se obtuvieron respuestas aceptables y a la vez que los híbridos respondieron positivamente en los diferentes ambientes donde se cultivaron (Gordon et al., 2006). En Ventanas y Valencia el híbrido S-505 registró mayor número de días a la floración masculina, sin embargo, este mismo material genético se mostró más precoz en Vinces (50 días), lo que puede ser atribuible a que en Vinces se registra una mayor cantidad de horas luz, lo cual influye en la floración. Este resultado es consistente con los de Paliwal (2001), quien sugiere que el fotoperiodo incide en el tiempo requerido por la floración.

Para la zona de Ventanas, el híbrido UTEQ mostró mazorcas con una longitud de 0.8 cm por encima del S-505, híbrido comercial caracterizado por ser un material genético de alto potencial agronómico. En Valencia, el híbrido Insignia 105 produjo las mazorcas más largas, 3 cm por encima del híbrido UTEQ. En Vinces, el híbrido UTEQ produjo mazorcas de mayor longitud en comparación con los híbridos élite. Estos resultados se pueden atribuir a la fertilidad de los suelos de las zonas en estudio, así como a las características ambientales. Los hallazgos aquí presentados concuerdan con los de Mendoza, Ollervides & López (2000), quienes afirman que los híbridos de maíz responden de manera diferente de acuerdo a las características agroclimáticas donde se desarrollan.

Las mazorcas de mayor diámetro en las tres zonas en estudio las produjo el híbrido S-505. En Ventanas, no se registraron diferencias significativas entre los híbridos S-505, Insignia 105 y UTEQ, mientras que en Valencia y Vinces se evidenció una superioridad notable del híbrido S-505. Estos valores se pueden atribuir a las características agronómicas propias de los híbridos en estudio. En lo concerniente al número de hileras de granos, en Ventanas el mayor número de hileras se registró para el híbrido S-505 con 1.3 hileras por encima de Insignia 105. De igual manera, en Vinces se observó una diferencia de 0.5. Finalmente, en Valencia, el híbrido Insignia 105 presentó una diferencia de 0.2 hileras por encima del S-505. No se registraron diferencias significativas entre las tres localidades, por lo cual se puede concluir que los

híbridos de mayor número de hileras por mazorcas son el S-505 3 y el Insignia 105, lo cual se puede atribuir a las características agronómicas propias de los materiales genéticos. En lo concerniente a rendimiento, no se registraron diferencias significativas asociadas a la localidad, siendo el híbrido élite Insignia 105 y el S-505 los que presentaron mayores rendimientos.

En términos generales el híbrido UTEQ presenta un potencial de rendimiento intermedio comparado con los provenientes del exterior y los locales, por lo que representa una opción productiva y económicamente viable para los productores. Al establecer experimentos en diferentes ambientes, se espera que el comportamiento de los genotipos en evaluación sea diferente, para algunos de ellos, en particular, o en general, en todos los ambientes (Márquez, 1991 & Nole, 2012). Sin embargo, el híbrido UTEQ representa una opción válida de producción ya que demanda menor costo de fertilizantes y de semilla, lo que se traduce en una rentabilidad aceptable (del 83 al 89%) con respecto a los materiales genéticos que mayor preferencia tienen entre los productores.

5. Conclusiones

Este estudio ha evaluado el comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz duro en tres localidades de la Costa ecuatoriana. Los resultados sugieren que, de entre los híbridos evaluados, el híbrido UTEQ fue el más precoz con un promedio de 49.8 días a la floración masculina; la mayor longitud de mazorca se registró para el híbrido UTEQ con un promedio de 18.4 cm entre las tres localidades en estudio; el mayor diámetro de mazorcas lo presentó el híbrido S-505 con 5.2; los materiales genéticos Insignia 105 y S-505, presentaron el mayor número de hileras de granos en las tres localidades con promedios de 16.9 y 17.4, respectivamente. En las tres zonas de estudio, los mejores rendimientos se registraron para los híbridos S-505 e Insignia 105, con promedios de 8.33 y 8.15 kg/ha, respectivamente; el híbrido UTEQ se destacó por presentar un rendimiento superior a los híbridos producidos por el INIAP, con un rendimiento promedio de 6.85 kg/ha. El híbrido experimental UTEQ, a pesar de tener menor rendimiento que los híbridos élite, obtuvo un alto porcentaje de rentabilidad que osciló entre el 85 y 89%.

Referencias

- Andrade, L. (2014). *Análisis de la comercialización de la cadena agroindustrial de maíz (Zea mays L.) en la región 4 provincia de Manabí en el período 2008-2012*.
- Antuna, O., Rincón, F., Gutiérrez, E., Ruiz, N., & Bustamante, L. (2003). Componentes genéticos de caracteres agronómicos y de calidad fisiológica de semillas en líneas de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 26(1), 11-17.
- Ferraz Téllez, Y., Permy Abeleira, N., & Acosta Roca, R. (2013). Evaluación de accesiones de maíz (*Zea mays*, L.) en condiciones de sequía en dos zonas edafoclimáticas del municipio Gibara, provincia Holguín. Evaluación morfoagronómica y estudios de la Interacción genotipo x ambiente. *Cultivos Tropicales*, 34(4), 24-30.
- Gómez, C. O., Betancourth, F. O., Martínez, F. T., & Burbano, T. C. L. (2010). Comportamiento agronómico de siete genotipos de maíz amarillo *Zea mays* L. bajo condiciones de clima medio en el Departamento de Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 27(1), 18-26.
- Gordon, R., Camargo, I., Franco, J., & González, A. (2006). Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, Azuero. Panamá. *Agronomía Mesoamericana* 17 (2), 189-199.
- Márquez, F. (1991). *Genotecnia vegetal: Métodos, teorías, resultados*. México.
- Mendoza, M., Oyervides, A., & López, A. (2000). Nuevos cultivares de maíz con potencial agronómico para el trópico húmedo. *Agronomía Mesoamericana* 11(1), 83-88.
- Nole, P. (2012). *Evaluación agronómica de ocho híbridos experimentales frente a tres híbridos comerciales de maíz*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador.
- Paliwal, R., Granados, G., Lafitte, H., & Violic, A. (2001). *El maíz en los Trópicos: Mejoramiento y producción*. Roma: ONU.
- Renfro, B. (1985). Breeding for disease resistance in tropical maize and its genetic control. In A. Brandolini & F. Salamini (Eds.), *Breeding strategies for maize production improvement in the tropics*, p. 341-365. Rome, Italy, Istituto Agronomico per L'Oltremare.

Efecto del 1-metilciclopropeno en la inhibición del etileno durante la maduración de babaco (*Vasconcellea x heilbornii* var. *Pentagona*)

Effect of 1-methylcyclopropene on the inhibition of ethylene during the raping of babaco (*Vasconcellea x heilbornii* var. *Pentagona*)

Andrea Aldáz¹, Nicola Mastrocola¹, Juan Pazmiño¹, Juan León¹, Valdano Tafur¹

✉ : namastrocola@uce.edu.ec

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

Resumen

Este artículo analiza el efecto del 1-Metilciclopropeno en la inhibición de etileno en el fruto de babaco (*Vasconcellea x heilbornii* var. *Pentagona*) en tres estados de madurez del fruto y tres tiempos de exposición. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro repeticiones. Las variables bajo estudio fueron: la pérdida de peso, la firmeza, la concentración total de sólidos solubles y el porcentaje de acidez titulable. La menor pérdida de peso se registró para frutos cosechados de forma temprana (color “Verde”) y expuestos al 1-Metilciclopropeno por un período corto (7 días). En el caso de la variable firmeza de fruto, los mejores resultados se obtuvieron al cosechar los frutos cuando estos se cosechan en estado “Verde”. La concentración de sólidos solubles fue mayor para los frutos cosechados en estado “Verde-Amarillo” y “Amarillo”, mientras que los valores de porcentaje de acidez titulable se incrementan con la madurez del fruto. El tiempo de inmersión no tuvo efectos significativos para las variables firmeza de fruto, concentración de sólidos solubles y porcentaje acidez titulable.

Palabras clave: 1-Metilciclopropeno, babaco, estado de madurez, firmeza en fruto, pérdida de peso en fruto.

Abstract

This article analyzes the effect of 1-Methylcyclopropene on the inhibition of ethylene in babaco fruit (*Vasconcellea x heilbornii* var. *Pentagona*), with three ripe stages and three exposition times. A Complete Random Design with four repetitions was used. The variables under study were: loss of weight, fruit firmness, total concentration of soluble solids and percentage of titrated acidity. The lowest loss of weight was obtained for fruits harvested earlier (“Green”) and exposed to 1-Methylcyclopropene for a short period of time (7 days). In the case of fruit firmness, the best results were obtained when fruits were harvested “Green”. The total concentration of soluble solids was higher for fruits harvested in stages “Green-Yellow” and “Yellow”, while the values of titrated acidity increased with the fruit ripeness. The time of exposure to 1-Methylcyclopropene had no significant effect on fruit firmness, total concentration of soluble solids and percentage of titrated acidity.

Keywords: 1-Methylcyclopropene, babaco, ripeness stage, firmness of fruit, fruit loss of weight.

1. Introducción

El Ecuador, debido su ubicación geográfica, su diversidad de climas y regiones naturales, posee una gran diversidad de recursos fitogenéticos, siendo particularmente importante la gran diversidad de frutas andinas, las cuales representan una buena alternativa para la Agricultura Familiar (INIAP 2008). El babaco es una fruta que se cultiva en el país desde antes de la conquista española, con importantes zonas de producción comercial en la provincia de Tungurahua -especialmente en los cantones Patate y Baños- y en los valles cálidos de las provincias de Loja, Pichincha, Imbabura y Carchi. A partir del año 2000, esta fruta ha creado grandes expectativas entre agricultores y empresarios debido a la creciente demanda interna y externa lo que ha incrementado la rentabilidad (Gómez & García 2006). Este frutal posee un alto rendimiento en pequeñas superficies (40–60 T/ha/año), lo que unido a su alta cotización en mercados nacionales e internacionales lo convierten en una alternativa viable de ingresos para muchas familias ecuatorianas (Soria, et al. 1998).

Una de las principales limitantes para la expansión en la producción de babaco es la poscosecha, ya que el anhídrido carbónico, el etileno, y otros gases propios de la combustión, provocan problemas de maduración acelerada y no uniforme, fermentaciones y decoloraciones si sus concentraciones superan los niveles de tolerancia (López, 2003). Quiroga (2008) se refiere al etileno como un compuesto insaturado, que, en condiciones fisiológicas de temperatura y presión, es un gas incoloro, de aroma similar al del éter etílico, más liviano que el aire, sumamente inflamable y volátil. El etileno se produce durante la biosíntesis en casi todos los órganos de las plantas superiores, sin embargo, la producción también se incrementa durante la abscisión foliar, senescencia de las flores y maduración de frutos (Gómez & García, 2006).

En la actualidad existen agentes muy efectivos para contrarrestar los efectos del etileno durante la poscosecha de frutas. Uno de estos compuestos, el 1-Metilciclopropeno (1-MCP) ha demostrado ser particularmente efectivo en inhibir la acción del etileno y controlar la maduración y la senescencia, lo que permite conservar la fruta por más tiempo, principalmente en localidades donde no es fácil conservar frutas en atmósfera controlada. El tratamiento con 1-MCP puede retrasar la maduración y prolongar la vida útil de las frutas no solo por la inhibición de la biosíntesis de etileno, sino también debido a

que estimula los sistemas antioxidantes de la fruta.

Para este trabajo de investigación se evaluó los efectos del 1-MCP en la maduración de frutos de babaco. Específicamente, se buscó determinar el tiempo de vida útil del fruto luego de la aplicación del receptor de etileno 1-MCP, establecer el estado de madurez óptimo para la aplicación del receptor de etileno 1-MCP y determinar la reducción de pérdidas en poscosecha con la aplicación del inhibidor.

2. Materiales y métodos

El trabajo de campo tuvo lugar en el Campo Académico Docente Experimental la Tola (CADET), de la Facultad de Ciencias Agrícolas de Universidad Central del Ecuador. El CADET se encuentra ubicado a una altitud de 2465 m.s.n.m., registra una temperatura promedio 16.3°C y una humedad relativa promedio de 71.75%. El sitio específico del experimento fue el área de poscosecha. Los frutos se dispusieron en dos tanques recubiertos de cerámicas de color blanco con dimensiones de 2.5 m de largo x 1.25 m de ancho x 0.5 m de profundidad.

El primer factor de estudio fue el estado de madurez, el mismo que se evaluó en base a la tabla de color elaborada por el proyecto PROMSA AQ-CV-010 “Proyecto Utilización Integral de babaco” de la Escuela Politécnica Nacional, Departamento de Ciencias de Alimentos y Biotecnología. El segundo factor fue el tiempo de exposición a tres diferentes tiempos de exposición (7, 14 y 21 días, respectivamente), en los cuales se efectuó la aplicación de 1-MCP en frutos climatéricos. Las variables dependientes en estudio fueron: el porcentaje de pérdida de peso, la firmeza de fruto, la concentración de sólidos (grados Brix), el porcentaje de acidez titulable y la interacción estado de madurez vs tiempo de exposición. Para esta investigación se empleó un total de 12 tratamientos y cuatro observaciones con un total de 48 unidades experimentales. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con un arreglo factorial A x B. Para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos se empleó pruebas de Scheffé al 5 % para tratamientos.

3. Resultados y discusión

A continuación, se reportan los resultados del estudio de las variables: porcentaje de pérdida de peso, firmeza de fruto, concentración de sólidos (grados Brix), porcentaje de acidez titulable, cada

una de estas variables presentaron normalidad, homogeneidad, independencia y aditividad, supuestos imprescindibles para la realización de análisis de la varianza (ADEVA).

3.1. Porcentaje de pérdida de peso

La Tabla 1 muestra el análisis de varianza para la variable porcentaje de pérdida de peso de fruto. Los resultados reflejan que existe significación estadística al 95% de probabilidad para el índice de madurez, tiempo de exposición, interacción índice de madurez-tiempo de exposición, factorial vs adicional y comparación entre testigos, con un promedio de pérdida de peso de 4.64% y un coeficiente de variación de 0.26%. Una posible explicación para este hallazgo es que una vez cosechado el fruto, este presenta una tendencia a perder agua, lo cual ocurre cuando la presión de vapor de agua del medio externo es menor a la del fruto internamente. El agua, generada por un gradiente entre la atmósfera y el fruto, se mueve a través de una serie de aberturas (estomas, lenticelas), fenómeno conocido como transpiración (Riaño, 1996), citado por (Alvarado P, Berdugo C, Fischer G., 2004). Esta pérdida es irreparable y los frutos tienen que recurrir al contenido poseído en el momento de la transpiración (Landwehr y Torres, 1995). Por esta razón dicha pérdida de agua trae como consecuencia una dismi-

nución de peso a lo largo del tiempo y la pérdida de la calidad del mismo.

Las pruebas de Scheffé al 5% (Tabla 2) reflejan que existen dos rangos de significación, lo cual refleja que la pérdida de peso es menor para frutos cosechados en estado "Verde" (2.90%) que para frutos cosechados en estado "Verde-Amarillo" y "Amarillo" (promedios de 5.38 y 5.66%, respectivamente). Pantástico (1975) reporta que las pérdidas de peso superiores a 5% causan deterioro en la calidad del producto y reducción en el precio, lo que provoca pérdidas a productor. Las pérdidas de peso se atribuyen a procesos oxidativos provocados por transpiración y oxidación. En términos prácticos, estos hallazgos reflejan que el estado óptimo de cosecha de babaco es el estado "Verde".

Para el caso del tiempo de exposición, la Tabla 1 muestra que, para la variable % de pérdida de peso, se reportan tres rangos de significación, lo que evidencia que existe una mayor pérdida de peso a mayor tiempo de exposición, con una pérdida de peso de 5.8% en promedio a los 21 días de exposición, y una menor pérdida de peso (4.18%) a los 7 días de exposición. Estos resultados indican claramente que mientras mayor es el tiempo de almacenamiento en poscosecha existe mayor pérdida de peso en condiciones de temperatura ambiente 15°C y humedad relativa baja 70%, por lo que la fruta se debe comercializar antes del día siete.

Tabla 1. ANOVA del efecto de 1-metilciclopropeno en la inhibición del etileno babaco para las variables % de pérdida de peso, firmeza en frutos, sólidos totales y % de acidez titulable.

Fuente de Variación	Cuadrados Medios			
	% pérdida de peso	Firmeza en fruto	Sólidos totales	% ac. titulable
Total	0.29	0.65	0.41	1.65
Índice de madurez	0.98*	1.60*	2.27*	11.33*
Tiempo de exposición	1.71	0.25 ^{ns}	0.13 ^{ns}	1.13 ^{ns}
Maduración*Exposición	0.20*	0.12 ^{ns}	0.07 ^{ns}	1.35 ^{ns}
Factorial vs Adicional	0.09*	4.40 ^{ns}	1.74*	1.90 ^{ns}
T ₁ vs T ₂ vs T ₃	2.64*	0.29 ^{ns}	0.42 ^{ns}	0.31 ^{ns}
Repetición	0.10 ^{ns}	0.31 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.84 ^{ns}
Error	0.00	0.13	0.17	0.78
Promedio	4.64	2.65	6.65	5.18
CV%	0.26	13.62	6.35	17.05

3.2. Firmeza de fruto

Los resultados para la variable firmeza de fruto se presentan en la Tabla 1. Se puede constatar que existe significación estadística del 5%, únicamente para el índice de madurez, con un promedio de 2.65 con un coeficiente de variación de 13.62%. Esto refleja que la degradación de carbohidratos poliméricos, especialmente de la pectina y celulosa, debilita las paredes celulares y las fuerzas cohesivas que mantienen a las células unidas a las otras, siendo estas las causas que provocan el ablandamiento (Gallo, 1996). En las primeras etapas de maduración del fruto su textura y consistencia son óptimas, pero durante la maduración la pectina (sustancia adherente de las células, va degradándose junto con las sustancias pécticas, lo cual altera la textura y la consistencia del fruto (Osterloh et al., 1996).

Las comparaciones de medias para esta variable aparecen en la Tabla 2. Se observa que existe dos grados de significancia, con un promedio de 3.09 en el estado número uno, perteneciente a coloración de fruto verde; mientras que para el estado número tres (Verde-Amarillo) se registró un promedio de 2.35.

3.3. Concentración de sólidos (grados Brix)

La Tabla 1 muestra el análisis de varianza para la variable concentración de sólidos solubles. Se observa que existe significación estadística al 95% de probabilidad para la variable explicativa índice de madurez y para la relación factorial vs adicional con un promedio general de 6.65 grados brix y un coeficiente de variación de 6.35%. Estos hallazgos reflejan que a medida que aumenta el estado de maduración del fruto, la concentración de sólidos solubles también se incrementa, debido a que la madurez incrementa el contenido de azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en la pulpa (Camacho, 2002). Es así como los mayores contenidos de sólidos solubles totales están presentes en los frutos maduros y sobremaduros. Lo anterior evidencia una alta actividad metabólica dando paso a una acelerada degradación de los tejidos y a un aumento notable de la acidez. Cabe recalcar que la cantidad de azúcares en el fruto depende principalmente de la variedad, del ren-

dimiento asimilatorio de las hojas, de la relación hoja/fruto, de las condiciones climáticas durante el desarrollo del fruto, del estado de desarrollo y de la madurez (Osterloh et al., 1996).

Las comparaciones de medias presentadas en la Tabla 2 muestran que existen dos rangos de significación, con un promedio de 6.05 para el estado uno (“Verde”); mientras que el estado cinco (“Amarillo”) existe un promedio de 7.05. El incremento de los azúcares se debe a la hidrólisis de los polisacáridos (Acosta et al., 2001). La reducción en el tiempo de exposición uno (siete días), se debe a que los frutos entraron en maduración fisiológica. Los frutos de babaco adquirieron madurez de consumo entre los siete y catorce días de exposición al producto.

3.4. Porcentaje de acidez titulable

El análisis de varianza para la variable porcentaje de acidez titulable (Tabla 1) muestra que existe diferencias significativas para el factor índice de madurez, con un promedio general de 5.18 y un coeficiente de variación del 17.05%. En términos generales, la acidez decrece al avanzar el proceso de maduración y los ácidos orgánicos son sustratos utilizados durante la respiración, por lo que la maduración supone un descenso en la acidez (Alvarado P, Berdugo C, Fischer G., 2004).

La comparación de medias (Tabla 2) muestra que existen dos rangos. El primero para el índice de madurez uno (“Verde”) con un promedio de 4.25, mientras que el segundo incluye a los índices tres (“Verde-Amarillo”) y cinco (“Amarillo”) con promedios de 5.46 y 5.85%, respectivamente. Estos resultados evidencian que existe menor concentración de acidez titulable en relación al avance del estado de madurez del fruto, debido a que existe un menor decrecimiento de la misma conforme avanzan la maduración y la senescencia.

Tabla 2. Pruebas de Scheffé al 5% para % de pérdida de peso, firmeza de frutos, grados brix y acidez titulable.

Fuente de Variación	% pérdida de peso	Firmeza en fruto	Sólidos totales	% ac. titulable
Índice de Madurez				
Estado 1 (Verde)	2.90 a	3.09 a	6.05 a	4.25 a
Estado 3 (Verde-Amarillo)	5.38 b	2.35 b	6.85 b	5.46 b
Estado 5 (Amarillo)	5.66 b	2.51 b	7.05 b	5.85 b
Tiempo de Exposición				
7 días 1-MCP	4.18 a	2.75 a	6.36 a	5.06 a
14 días 1-MCP	4.66 b	2.68 a	6.68 a	5.58 a
21 días de 1-MCP	5.08 c	2.52 a	6.90 a	4.90 a

Nota: Valores seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente.

4. Conclusiones

Este estudio ha analizado el efecto del estado de madurez de cosecha y el tiempo de exposición al 1-MCP en el porcentaje de pérdida de peso, la pérdida de peso, la firmeza, la concentración total de sólidos solubles y el porcentaje de acidez titulable. Los resultados reflejan que la pérdida de peso es menor cuando los frutos son cosechados en estado "Verde" y expuestos al 1-MCP por un período de 7 días. No se registró un efecto sig-

nificativo del tiempo de exposición al 1-MCP en el resto de variables dependientes bajo estudio. Si bien es cierto, este estudio sugiere que no existe un efecto significativo del 1-MCP en las variables químicas, es preciso señalar que el presente estudio se realizó en un espacio sin condiciones controladas, lo que pudo haber afectado los efectos del 1-MCP. En este sentido, una posible extensión de este estudio es analizar los efectos de del 1-MCP en condiciones de temperatura controlada y en aumentar las concentraciones de 1. MCP.

Referencias

- Acosta, et al. (2001). Calidad y tolerancia en frutos de papaya (*Carica Papaya*) a la inoculación del hongo *Colletotrichum Gloeosporioides* en Postcosecha. *Chapingo*, 7(1), 119-130.
- Alvarado, P., Berdugo, C., & Fischer, G. (2004). Efecto de un tratamiento de frío (a 1.5° C) y la humedad relativa sobre las características físico-químicas de frutos de uchuva *Physalis Peruviana* L. durante el posterior transporte y almacenamiento. *Agro-nomía Colombiana*, 22(2), 147-159.
- INIAP. (2008). Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación en Ecuador, informe nacional sobre el estado de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Gómez, A., & García, P. (2006). Fitohormonas, metabolismo y modo de acción. Valencia: Universidad Jaume.
- López, A. (2003). Manual para la preparación y venta de frutas. Argentina: Fiat pants.
- Quiroga, E. (2008). El etileno. República de Argentina: Universidad Nacional del Norte.
- Soria, N., & Viteri, P. (1999). Guía para el cultivo del babaco en el Ecuador. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Omisión de nutrientes y dosis de nitrógeno en la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso de nitrógeno de raigrás diploide perenne (Lolium perenne)

Nutrient omission and nitrogen rates on biomass accumulation, bromatological composition and nitrogen use efficiency of perennial diploid ryegrass (Lolium perenne)

Francisco Gutiérrez¹, René Alcoser¹, Gabriel Macías¹, Arnulfo Portilla¹, José Espinosa¹

✉ : fgutierrez@uce.edu.ec

*1 Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Jerónimo Leiton y Av. La Gasca s/n. Ciudadela Universitaria.
170521 Quito, Ecuador Ciudadela Universitaria, 17052, Quito, Ecuador*

Resumen

Este trabajo de investigación se dividió en dos experimentos, el primero evaluó el efecto de la omisión de nutrientes en la acumulación de biomasa y composición bromatológica de raigrás diploide perenne (*Lolium perenne*) y el segundo el efecto de la aplicación de dosis de N (0, 70, 140, 210, 280, 350 y 420 kg de N/ha/año) en la acumulación de biomasa, composición bromatológica y eficiencia de uso N del mismo cultivar. Los nutrientes omitidos fueron N, P, K, Mg y S. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) para la producción de biomasa (kg MS/ha/corte) y contenido de proteína (%) con la omisión del N, mientras que la omisión del P, K, Mg solamente afectó la producción de biomasa, pero no la composición bromatológica. La omisión de S no tuvo incidencia sobre la producción de biomasa o la composición bromatológica. La aplicación de N incrementó la producción de biomasa y el contenido de proteína a medida que se incrementaron las dosis. Los datos de MS en respuesta a la aplicación de dosis de N se utilizaron para calcular la EAN que en el caso de raigrás perenne fue de 14 kg de MS/kg de N utilizado. Con esta información y la utilización de parcelas de omisión de N se puede predecir la dosis de N necesaria para el siguiente ciclo del cultivo. La utilización del GreenSeeker permitió obtener datos de NDVI que confirmaron el efecto de N en la acumulación MS y EAN. Finalmente, el costo de producir localmente un kg de MS de raigrás disminuye con el incremento de las dosis de N encontrándose costos que varían entre 0.05 y 0.06 dólares/kg MS con las dosis \geq de 140 kg de N/ha/año, en comparación con el costo del kg de concentrado que está entre 0.50 -0.55 dólares.

Palabras clave: fertilización nitrogenada, biomasa acumulada, pasturas, Ecuador.

Abstract

This research work was split into two experiments. The first evaluated the effect of nutrient omission on biomass accumulation and bromatological composition of perennial diploid ray grass (*Lolium perenne*) while the second assessed the effect of N rate application (0, 70, 140, 210, 280, 350 and 420 kg N/ha/year) on biomass accumulation, bromatological composition and N use efficiency of the same cultivar. Omitted nutrients were N, P, K, Mg and S. Statistically significant differences ($p > 0.05$) were found for biomass production (kg DM/ha/cut) and protein content (%) with N omission, while the omission of P, K and Mg only affected biomass production, but not the bromatological composition. The omission of S did not affect either biomass production or bromatological composition. Nitrogen application increased biomass production and protein content with the increment in N rates. The DM data in response to the application of N rates were utilized to calculate AEN which in the case of the studied ray grass was of 14 kg DM/kg of applied N. With this information and

the implementation of N omission plots the N rate necessary for the following crop cycle can be predicted. A GreenSeeker was used as a tool to obtain NDVI data which confirmed the effect of N in the accumulation of DM and AEN. Finally, the cost to produce one kg of ray grass biomass decreases with the increment of N rates. It was demonstrated that the production costs vary from 0.05 to 0.06 dollars/kg DM with the N rates \geq 140 kg/ha/year, in comparison with the cost of one kg of concentrate which varies from 0.50 to 0.60 dollars per unit weight.

Keywords: nitrogen fertilization, accumulated biomass, grassland, Ecuador.

1. Introducción

La ganadería es responsable de la mayor parte del uso mundial de la tierra, debido a que las áreas con pastizales y tierras dedicadas a la producción de alimentos para el ganado representan casi el 80 % del total de la tierra agrícola. Los cultivos forrajeros se siembran en un tercio de todas las tierras cultivadas, mientras que la superficie total de tierra ocupada por pastos equivale al 26 % de la superficie terrestre libre de hielo (FAO, 2015).

Los costos de alimentación de los vacunos de leche representan del 45 al 60 % del costo total de producción (Heinrichs, 2015), siendo la alimentación con pasto la más rentable. Según Rua Franco (2016), la producción con pastos usa hasta 10 veces menos concentrados que la producción estabulada, sin embargo, aunque el manejo animal con pastos produzca menos leche alcanza un margen más amplio entre egresos e ingresos. Al respecto se ha establecido a nivel mundial que las ganaderías que mayor cantidad de pasto incluyen en la alimentación son las más rentables como es el caso de las explotaciones de Nueva Zelanda y Australia (Salado, 2011).

Uno de los problemas ambientales que enfrenta la ganadería a nivel global es la producción de metano (CH_4) en el proceso digestivo de los animales. Se considera que un animal adulto puede producir entre 60 y 126 kg de CH_4 al año en condiciones de Argentina, mientras que en condiciones de producción en California una vaca que produce entre 8 y 10 mil litros de leche en el año podría generar entre 500 y 700 kg diarios de CH_4 , lo cual equivale al CO_2 producido por un vehículo 4x4 recorriendo 55 kilómetros al día durante un año. La clave para reducir las emisiones de CH_4 es la alimentación, un vacuno que se alimenta con pastos y forrajes emite mucho menos CH_4 que uno que reci-

be una dieta compuesta por pastos y concentrados (Rua Franco, 2016).

La producción ganadera de Ecuador utiliza pastos y forrajes como la principal fuente de alimentación. La encuesta de superficie y producción agropecuaria del 2013 reporta que un 40 % de las tierras en el sector rural se usan para la producción de pastos (INEC, 2013), es decir, más que cualquier otro cultivo, bosque o paramo. A pesar de esta condición, los rendimientos de leche en Ecuador son bajos, en la Sierra la producción es de 6,46 litros de leche/vaca/día, en la Costa de 3,11 y en el Oriente de 4,50. El bajo rendimiento productivo de los animales refleja la calidad y cantidad de alimento que consumen, por lo tanto, en Ecuador se deberían evaluar sistemas de producción que mejoren la alimentación de los hatos.

La presente investigación se desarrolló en el Centro Académico Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central del Ecuador con el objetivo de evaluar los cambios en la producción de materia seca y el valor nutritivo del pasto raigrás, variedad One 50, en respuesta a la omisión de nutrientes y a la fertilización nitrogenada.

2. Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló en dos fases, la primera evaluó el efecto de la omisión de nutrientes y la segunda determinó la respuesta al nitrógeno (N), en ambos casos, en el rendimiento de materia seca (MS) y el valor nutritivo de raigrás.

Experimento de omisión de nutrientes consistió en comparar el comportamiento de una parcela de raigrás que recibió dosis adecuadas de todos los nutrientes con parcelas en las que se omitió la aplicación individual de cada uno de esos nutrientes, el esquema de omisión y dosis de nutrientes se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Esquema de omisión y dosis de nutrientes utilizados en el experimento.

Tratamiento	kg/ha/año				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SO ₄
-N	0	100	100	60	60
-P	180	0	100	60	60
-K	180	100	0	60	60
-Mg	180	100	100	0	60
-S	180	100	100	60	0
Completo	180	100	100	60	60

Como fuentes de los nutrientes se utilizaron diferentes combinaciones de urea, superfosfato triple, fosfato diamónico, muriato de potasio, langbeinita, sulfato de amonio, óxido de magnesio y óxido de magnesio.

En el experimento de N se utilizaron dosis de este nutriente (Tabla 2) y cada uno de los tratamientos recibió una cantidad complementaria de fósforo

(P), potasio (K), magnesio (Mg) y azufre (S) para que estos nutrientes no limiten el rendimiento y permitan observar adecuadamente el comportamiento de N.

Tabla 2. Dosis de nitrógeno y cantidades complementarias de otros nutrientes utilizados en el experimento.

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SO ₄
----- kg/ha/año -----				
0	100	100	60	60
70	100	100	60	60
140	100	100	60	60
210	100	100	60	60
280	100	100	60	60
350	100	100	60	60
420	100	100	60	60

Las fuentes de nutrientes utilizadas fueron urea, superfosfato triple, muriato de potasio y langbeinita.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar en los dos experimentos, las unidades experimentales fueron parcelas de 3 x 3 m y cada uno de los tratamientos tuvo 3 repeticiones. Las parcelas se sembraron utilizando 22 g de semilla de pasto raigrás por unidad experimental y se hizo una sola aplicación de P, K, Mg y S a la siembra. Las dosis de N se fragmentaron 8 veces durante el ciclo de modo que las fracciones se aplicaron cada 30 días luego del corte de igualación.

La producción de materia verde se determinó cuando el pasto tenía 4 semanas de edad ya que en el lugar donde se desarrolló el experimento fisiológicamente el pasto llega a su punto máximo de crecimiento, este proceso se repitió por 3 veces, con la ayuda de un cuadrante de 0.3 x 0.3 m, se realizó un corte a ras de suelo en cada parcela y se pesó la biomasa acumulada, una muestra de la biomasa se secó en una estufa por 24 horas a 70 C° (Latimer, 2012), se determinó el contenido de MS y se calculó la producción total por hectárea.

La misma muestra de MS se molio en una malla 750 micras y en este material se realizaron los an3lisis de prote3na (PB, m3todo semimicro Kjeldahl), extracto et3reo (EE, m3todo Soxhlet), fibra bruta (FB, m3todo de referencia de la AOAC: 978.10) y cenizas (CE, m3todo de referencia de la AOAC: 942.05) (Latimer, 2012).

El extracto libre de nitr3geno (ELN) se obtuvo por diferencia utilizando la siguiente ecuaci3n:

$$ELN: 100 - (PB + EE + FB + CENIZAS) \quad (1)$$

Para evaluar el efecto del N se corri3 una regresi3n entre las dosis de N y la producci3n de MS y utilizando esta informaci3n se procedi3 a calcular la eficiencia agron3mica de N (EA_N) (IPNI, 2012). La EA_N es la cantidad de biomasa producida por cada kg de N aplicado de acuerdo con la siguiente f3rmula:

$$EAN = \frac{R - RNo}{D} \quad (2)$$

Donde R es el rendimiento con aplicaci3n de N, RNo es el rendimiento sin aplicaci3n de N y D es la cantidad de N aplicada para obtener R.

Para determinar el 3ndice de vegetaci3n normalizado diferenciado (NDVI, por sus siglas en ingl3s) (TRIMBLE, 2012) se utiliz3 el equipo GreenSeeker que mediante un sensor 3ptico mide la intensidad el color verde y el tama3o de la planta (Ortiz-Monasterio & Guerra-Zitlalapa, 2015).

3. Resultados y discusi3n

3.1. Experimento de omisi3n de nutrientes

3.1.1. Efecto de la omisi3n de nutrientes en la producci3n de materia seca

El efecto de la omisi3n de nutrientes en la producci3n de MS se presenta en la Figura 1 El tratamiento que omiti3 la aplicaci3n de S y el que recib3 todos los nutrientes (completo) fueron estad3sticamente iguales y tuvieron los mayores rendimientos promedio por corte (4536 y 4194 kg MS/ha/corte, respectivamente). Los tratamientos con rendimientos intermedios e iguales estad3sticamente fueron aquellos en los cuales se omiti3 la aplicaci3n de K, P y Mg (3922, 3896 y 3860 kg MS/ha/corte, respectivamente). Finalmente, el tratamiento de menor rendimiento fue aquel en el que se omiti3 N con 1879 kg MS/ha/corte.

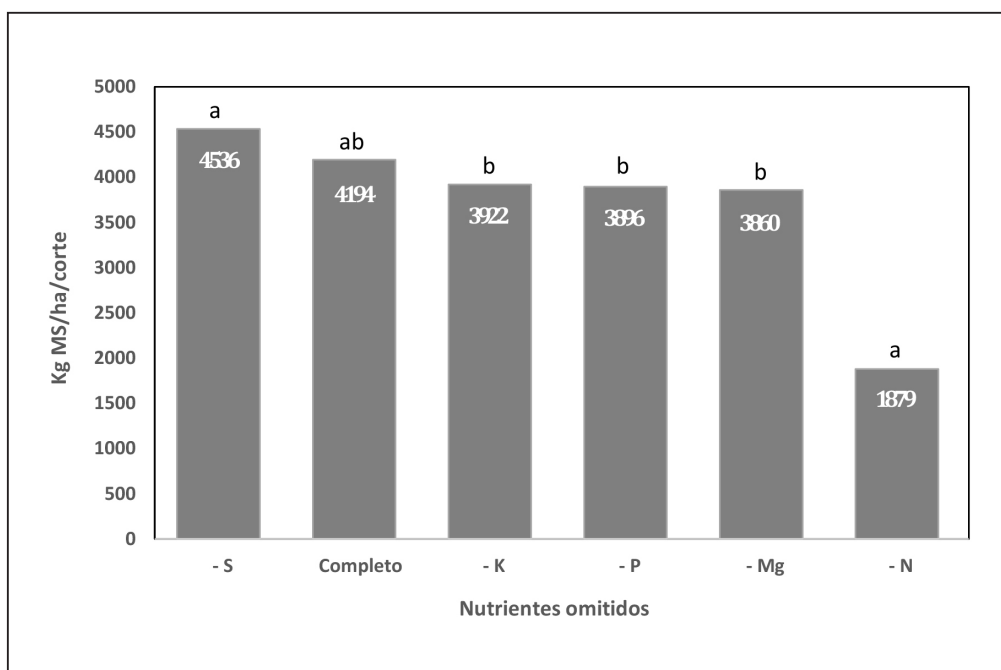


Figura 1. Respuesta en producci3n de materia seca de raigr3s perenne a la omisi3n de nutrientes.

Al respecto, Paladines (2004) indica que las variedades modernas de pastos se han desarrollado para responder a altos niveles de fertilización y señala las especies europeas son particularmente seleccionadas para responder a altos niveles de N. En países como Holanda y Reino Unido los niveles de N usados en la producción sobrepasan en promedio los 400 N kg/ha/año. Este comportamiento se observa también en los datos de este experimento de omisión conducido en un suelo derivado de ceniza volcánica, típico de la producción de pastos en la Sierra centro y norte de Ecuador. Un gran porcentaje de los suelos en producción ganadera en estas áreas ha recibido cantidades apreciables de nutrientes durante varios años y el enriquecimiento del suelo con estos nutrientes, con excepción de N, se observa en los resultados de la acumulación de biomasa con la omisión de nutrientes. Debido a las radicales transformaciones de N en el suelo, este nutriente casi siempre es deficiente y su aplicación tiene alta respuesta en términos de acumulación de biomasa (Alvarez, 2012; Álvarez & Steinbach, 2010). Una forma sencilla de definir los requerimientos de N en los pastos sería la utilización de pequeñas parcelas de omisión de N en las operaciones ganaderas.

3.1.2. Efecto de la omisión de nutrientes sobre la composición bromatológica

El efecto de la omisión de nutrientes sobre la composición bromatológica del pasto raigrás a la cuarta semana después de la siembra se presenta en la Tabla 3. Se encontró que solamente varía estadísticamente el contenido de proteína con la omisión del nutriente ($P < 0.05$), siendo el tratamiento de -N el que acumula la menor cantidad de proteína con 9.12 %, los valores más altos los registraron la omisión de P y la omisión de K con 12.23 y 12.82 %, respectivamente y valores intermedios se presentaron en los tratamientos -Mg, -S y la fertilización completa con 10.78, 11.54 y 11.42 %, respectivamente. Esta condición ha sido ampliamente reportada en la literatura en diversos países en América Latina (Fontanetto et al., 2010; Teuber et al., 1988; Villalobos & Sánchez, 2010). Los cambios observados en el resto de parámetros de la composición bromatológica evaluados (fibra, extracto etéreo, cenizas y extracto no nitrogenado) no fueron estadísticamente diferentes.

Tabla 3. Efecto de la omisión de nutrientes en la composición bromatológica de pasto raigrás cuatro semanas después de la siembra.

Tratamiento	PB*		FB		EE		Ceniza		ENN	
----- % -----										
-N	9.12	a**	24.34	a	3.14	a	13.94	a	49.47	a
-P	12.23	b	23.20	a	3.10	a	12.99	a	48.47	a
-K	12.82	b	24.37	a	2.89	a	13.33	a	46.57	a
-Mg	10.78	ab	24.36	a	3.05	a	13.04	a	48.80	a
-S	11.54	ab	24.73	a	2.79	a	13.18	a	47.76	a
Completo	11.42	ab	24.41	a	2.84	a	13.00	a	48.31	a

* PB=Proteína Bruta; FB=Fibra Bruta; EE=Extracto Etéreo; ENN=Elementos no Nitrogenados

** Valores numéricos con diferente letra dentro de una columna son estadísticamente significativos según Tukey ($P < 0.05$).

3.2. Experimento de respuesta a la aplicación de dosis de nitrógeno

3.2.1. Producción de materia seca

El efecto de la adición de dosis progresivas de N en el promedio de rendimiento de MS de cuatro

cortes consecutivos de raigrás se presenta en la Figura 2. Se observa una tendencia cuadrática en la acumulación de biomasa y aun cuando la mayor respuesta se obtuvo con la dosis de 420 kg/ha/año la tendencia indicaría que en las condiciones de experimentación todavía habría respuesta a la aplica-

ción de dosis más altas de N. Trabajos realizados por varios autores a través del tiempo han documentado el mismo comportamiento con diferentes dosis de N y rendimientos variables de raigrás (Alvarez, 2012; Fontanetto et al., 2010; Mazzanti et al., 1997; Villalobos & Sánchez, 2010). Debido a las transformaciones del N en el suelo y las consecuentes pérdidas

(García, 2002; Havlin et al., 2014), la cantidad de N disponible en el suelo es relativamente pequeña lo que obliga a los productores a suplir este nutriente con regularidad a las praderas mediante fertilizaciones programadas (Fontanetto et al., 2010; Villalobos & Sánchez, 2010).

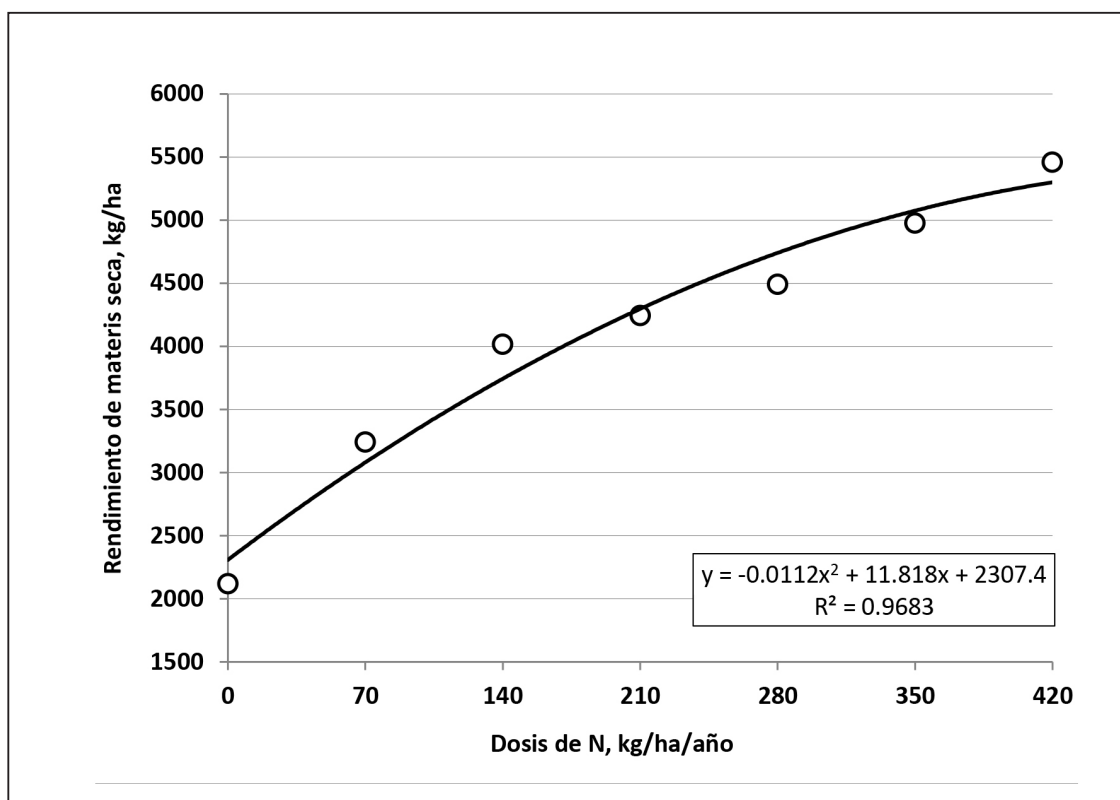


Figura 2. Efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno en el rendimiento promedio de materia seca de cuatro cortes sucesivos de raigrás

3.2.2. Composición bromatológica

Se ha demostrado que en condiciones no limitantes de humedad y de otros nutrientes, la fertilización con N aumenta la concentración de N total y de proteína bruta (PB) en la biomasa de las gramíneas (Whitehead, 1995). En este experimento se observó, al igual que el comportamiento de la MS, que el contenido de PB aumenta a medida que se incrementaron las dosis de aplicación de N al suelo (Figura 3 y Tabla 4). Sin la aplicación de N al suelo la cantidad de PB acumulada en el tejido fue solamente de 9.1 %, logrando la mayor acumulación con la dosis de 350 kg/ha año (16.6 %), cantidad

que luego decrece con la siguiente dosis de N en un comportamiento cuadrático. Trabajos realizados para evaluar la respuesta del raigrás anual a la fertilización nitrogenada en Argentina encontraron que dosis de 0 y 250 kg N/ha/año tuvieron 7.81 y 21.8 % de PB, respectivamente, duplicando el contenido de PB con el uso de fertilización nitrogenada. Por otro lado, Buitrón and Paladines (2000) encontraron, en trabajos conducidos también con raigrás perenne en Pintag, Pichincha, una respuesta lineal en la acumulación de MS y contenido de PB. Cuando no se aplicó N obtuvieron valores de 9,8 %, mientras que con 300 y 450 kg N/ha/año el contenido de PB fue de 15.7 % y 18.7%.

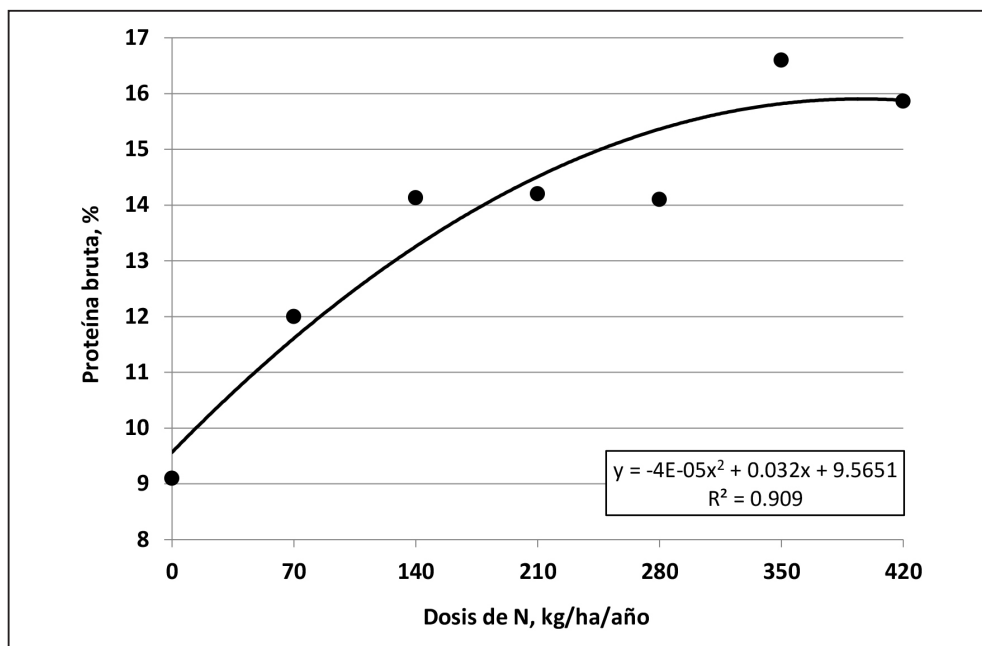


Figura 3. Efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno en el contenido promedio de proteína bruta de cuatro cortes sucesivos de raigrás.

El contenido de cenizas también experimentó cambios en función de los niveles de N utilizados. El contenido más alto se registró con N0 con 11, 97 % y el más bajo con N210 con 11, 4 %, mientras que N70, N140, N280, N350 y N420 registraron valores intermedios 11.8, 11.8, 11.77, 11.8, y 11.53 %, respectivamente (Tabla 4).

El análisis del extracto no nitrogenado (ENN) también encontró que se produjeron cambios como

efecto de los tratamientos. Los contenidos más bajos los registraron N350 y N420 con 43,77 y 46,1 %, respectivamente, mientras que los más altos se alcanzaron con N0 con 50, 63%. Los valores intermedios se lograron con N70, N140, N210 y N 280 con 47.57, 46.43, 47.68 y 46.42 %, respectivamente (Tabla 4). Se ha demostrado que la fertilización nitrogenada reduce el contenido de ENN en raigrás anual y avena durante el rebrote invernal (Marino et al., 1996), información que coincide con los datos obtenidos en esta investigación.

Tabla 4. Efecto de la aplicación de dosis de nitrógeno en la composición bromatológica de pasto raigrás.

Tratamientos	PB	FB	EE	Cenizas	ENN
kg N/ha/año	----- % -----				
0	9.10 d	25.03 a	3.27 a	11.97 a	50.63 a
70	12.00 c	25.13 a	3.40 a	11.80 ab	47.57 ab
140	14.13 b	24.47 a	3.17 a	11.80 ab	46.43 ab
210	14.20 b	23.33 a	3.39 a	11.40 b	47.68 ab
280	14.10 b	24.03 a	3.48 a	11.77 ab	46.62 ab
350	16.60 a	24.30 a	3.53 a	11.80 ab	44.77 b
420	15.87 a	23.10 a	3.40 a	11.53 ab	46.10 b

* PB=Proteína Bruta; FB=Fibra Bruta; EE=Extracto Etéreo; ENN=Elementos no Nitrogenados

** Valores numéricos con diferente letra dentro de una columna son estadísticamente significativos según Tukey (P < 0.05).

3.2.3. Eficiencia Agronómica del Nitrógeno (EAN)

La información obtenida con las curvas de respuesta a la aplicación de N no es suficiente para lograr determinar que dosis del nutriente se debe aplicar en una condición particular de producción de raigrás debido a las características particulares del comportamiento del N en el suelo. Además, debido a las mismas razones, el análisis de N en el suelo, en la mayoría de los casos, no es una herramienta que ayude en la determinación de la cantidad de N necesaria para lograr un rendimiento determinado (Cassman et al., 2002). Es necesario buscar herramientas que permitan el diagnóstico basándose en la planta antes que en el suelo (Witt et al., 2006). Sin embargo, las curvas de N pueden utilizarse para definir la EA_N , es decir la cantidad de MS que se puede lograr con cada kg de N aplicado utilizando la siguiente relación: $EA_N = (R_{+N} -$

$R_{-N})/\text{dosis N}$. Esta información se presenta en la Tabla 5. Como era de esperarse, la EA_N disminuye conforme se incrementan las dosis de N, por esta razón es posible utilizar un método gráfico para encontrar cual sería la EA_N en el punto que ésta empieza a decrecer de forma manifiesta, este punto es la intercepción de la curva de N con la curva de EA_N como se presenta en la Figura 4. La intercepción se produce a una EA_N de alrededor de 14 kg de MS/kg de N utilizado. Trabajos similares conducidos en Ecuador con raigrás perenne documentaron valores de EA_N de 13 kg MS/kg N (Paladines, 2004), de 18 a 25 en la zona del Angel, Carchi (Suquillo, 2001) y de 30 en invierno y 10 en verano en la zona de Machachi, Pichincha (Morejon, 1997). Finalmente, IPNI (2012) indica en forma más global que el rango típico de la EA_N fluctúa entre 10 y 25 kg MS/kg N, en sistemas de pastos bien manejados.

Tabla 5. Efecto de las dosis de nitrógeno en la eficiencia agronómica (EA_N) de raigrás One 50.

Dosis de N kg/ha/año	Rendimiento MS/ha/corte	EA_N kg MS/kg N
0	2119	
70	3240	16
140	4015	14
210	4604	12
280	4490	8
350	4566	7
420	5458	8

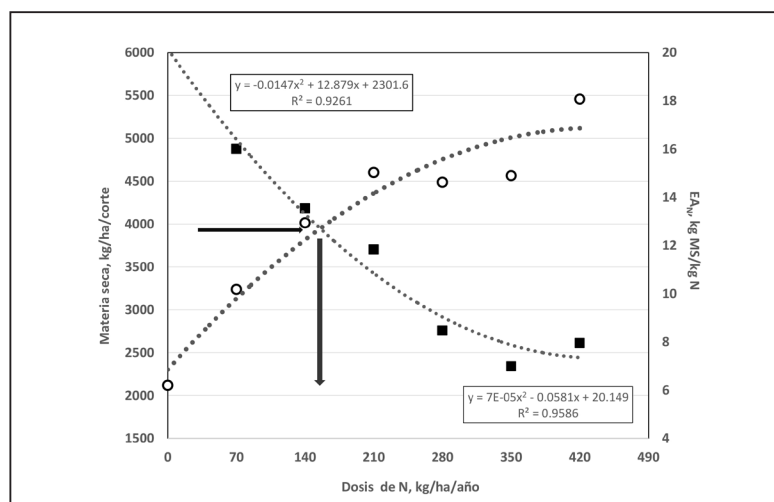


Figura 4. Representación gráfica del cálculo de EA_N en raigrás Var One 50.

Una vez obtenida la EA_N se puede fácilmente deducir la dosis de N a aplicar solamente cambiando algebraicamente los términos de la fórmula original [Dosis de N = $(R_{+N} - R_{-N})/EA_N$]. La EA_N calculada en este experimento puede ser usada para determinar la dosis de N necesaria para lograr rendimientos adecuados de raigrás var One 50 en todo el dominio de recomendación (zona en la que son iguales las condiciones de clima y suelo). Para lograr esto solamente es necesario tener una o varias parcelas de omisión de N localizadas dentro del dominio de recomendación y utilizar el rendimiento de estas parcelas (R_{-N}) para el cálculo correspondiente. El rendimiento de raigrás con aplicación de N (R_{+N}), necesario también para el cálculo, se puede obtener midiendo el rendimiento en una parcela vecina a la parcela de omisión de N, es decir en el campo general que recibió N. De esta forma se puede determinar la dosis de N para cada ciclo. Una vez obtenida y probada la dosis se puede mejorar la EA_N (más MS por kg de N aplicado, es decir más rendimiento con la misma dosis de N) mediante manejo (mejores formas de aplicación de N, otras fuentes de N, fraccionamiento cuidadoso de la dosis, etc.). De esta forma es la planta la que finalmente determina la dosis de N necesaria para lograr la meta de rendimiento y esta estrategia es fácil de implementar y manejar por los agricultores.

3.2.4. Índice de vegetación normalizado (NDVI)

En los últimos tiempos se han desarrollado herramientas que permiten caracterizar la respuesta de los cultivos al N mediante la combinación de la medida de la intensidad del color verde y el tamaño de la planta. Uno de estos equipos es el GeenSeeker (TRIMBLE, 2012) que permite obtener el índice de vegetación diferencial normalizado (NDVI, por sus siglas en inglés) como parámetro para el diagnóstico rápido de las condiciones de estrés, especialmente las causadas por falta de N en los cultivos. El NDVI relaciona las mediciones de luz del espectro rojo e infrarrojo para identificar la vegetación verde y viva (las plantas absorben luz roja y reflejan la infrarroja cercana). De esta manera, el NDVI hace evidente el estado fisiológico de los cultivos en el campo, las plantas sanas y vigorosas absorben más luz roja y reflejan más luz infrarroja que aquellas con problemas fisiológicos como en el caso de las plantas bien nutridas con N en contraste con las plantas deficientes en ese nutriente (Arnall, 2009; Gutiérrez-Soto et al., 2011; Ortiz-Monasterio & Guerra-Zitlalapa, 2015; Ross & López de Sabando, 2016). De esta manera, se puede utilizar el NDVI para mejorar la fertilización nitrogenada mediante la determinación de la cantidad de N aplicada y la consecuente respuesta del cultivo en la producción de biomasa como se observa en el Figura 5 y en la Tabla 6 que presentan los datos obtenidos con la medición del NDVI en raigrás Var One 50 bajo diferentes dosis de N.

Tabla 6. Relación entre el NDVI y la producción de raigrás Var One 50 cultivado con diferentes dosis de nitrógeno.

Dosis de N	NDVI	Biomasa
kg/ha		kg MS/ ha/corte
0	0.72 c*	2118 f
70	0.76 bc	3239 e
140	0.80 ab	4015 d
210	0.84 ab	4252 cd
280	0.85 a	4490 bc
350	0.87 a	4974 b
420	0.88 a	5458 a

* Valores numéricos con diferente letra dentro de una columna son estadísticamente significativos según Tukey ($P < 0.05$).

En trabajos realizados para medir la respuesta al N en la producción de semilla en raigrás perenne en Nueva Zelanda (Chynoweth et al., 2010) se observó que el mejor rendimiento de biomasa de raigrás se obtuvo con las dosis entre 130 y 170 kg N/ha/año, con una producción de semilla entre 1500 y 2000 kg/ha y un NDVI de 0,8. Además, se observó que la fertilización con las dosis menores de N disminuía el NDVI y que las dosis superiores no lo aumentaban. Estos resultados son muy

similares a los obtenidos en esta investigación (Tabla 6).

Por otro lado, Ferrari et al. (2011) al evaluar varios métodos de diagnóstico de fertilidad nitrogenada para el cultivo de trigo en la Región Pampeana Argentina determinaron que el NDVI puede predecir la respuesta de la producción de trigo con un 82 % de confianza, observando que los mejores niveles de N estaban entre 120 y 160 kg/ha.

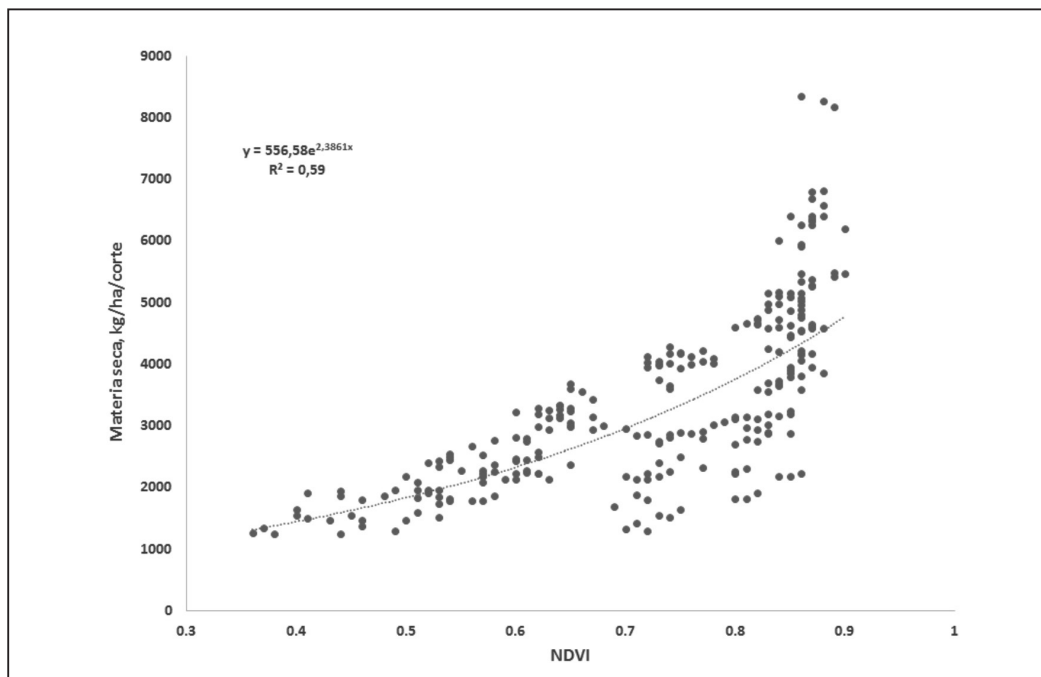


Figura 5. Regresión entre NDVI y la producción de biomasa de raygrass Var One 50 .

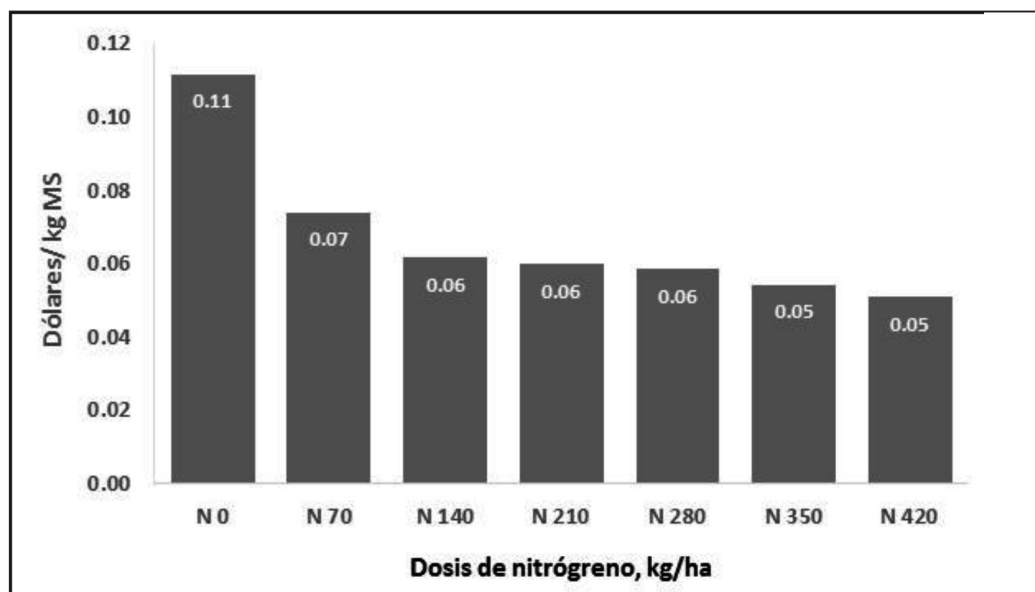


Figura 6. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el costo de producción de una tonelada de materia seca de raigrás Var One 50.

3.2.5. Relación Costo Beneficio de la fertilización Nitrogenada

Para analizar los costos de producción se consideraron los costos de establecimiento, fertilización, manejo y riego del raigrás y éstos se relacionaron con la producción de la MS obtenida en cada uno de los tratamientos. Los resultados obtenidos indican que los costos más altos se logran con N0 con 0,11 dólares/kg MS, pero los costos disminuyen con la fertilización, así, N70 tiene un costo de 0,07 dólares/kg MS y N140, N210 y N280 tienen un costo 0,06 dólares/kg MS. Los costos de N350 y N420 fueron de 0.05 dólares/kg MS. Como se puede observar en el Figura 6, después el N140 los costos no disminuyen significativamente ya que el incremento de producción también no es considerable.

Se considera que el costo del kg de MS de pasturas en Ecuador es de 0.06 de dólares y que el costo del kg de concentrado es de 0.50 a 0.555 dólares (Peña-Roa, 2016), por esta razón, es evidente la ventaja de producir leche con una mayor cantidad de pasturas en la dieta del animal para lograr que el costo de producir un litro de leche pueda estar en 0.30 y 0.35 dólares.

Referencias

- Alvarez, R. (2012). *Revisión del efecto del momento de aplicación de nitrógeno en trigo sobre el rendimiento y la proteína en grano*. Paper presented at the XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo “Latinoamérica unida protegiendo sus suelos”, Mar de Plata, Argentina.
- Álvarez, R., & Steinbach, H. (2010). Asociación entre el nitrógeno del suelo y el rendimiento de los cultivos. In R. Álvarez, G. Rubio, C. Álvarez, & R. Lavado (Eds.), *Fertilidad de suelos caracterización y manejo en la región de Pampeana* (pp. 217-229). Buenos Aires, Argentina: Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Arnall, B. (2009). *Manejo de los fertilizantes basado en sensores: Donde ha estado y hacia donde va*. Paper presented at the XII Congreso Internacional de Ciencia Agrícolas, Mexicali, México.
- Buitrón, E., & Paladines, O. (2000). Respuesta del Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) a la fertilización de mantenimiento y en mezcla con trébol blanco (*Trifolium repens*), Pintag-Pichincha. *Rumipamba*, 14(1), 85-87.
- Cassman, K. G., Dobermann, A., & Walters, D. T. (2002). Agroecosystems, Nitrogen-use efficiency and nitrogen management. *Ambio*, 31(2), 132-140.
- Chynoweth, R., Rolston, M., Trethewey, J., & McCloy, B. (2010). *Predicting spring nitrogen for perennial ryegrass seed crops from NDVI*. Paper presented at the 7th International Herbage Seed Conference, Dallas, USA.
- FAO. (2015). Producción animal. Retrieved from <http://www.fao.org/animal-production/es/>
- Ferrari, M., Castellarín, j., Sainz, H., Vivas, H., Melchiori, R., & Gudejl, V. (2011). *Evaluación de métodos de diagnóstico de fertilidad nitrogenada para el cultivo de trigo en la región Pampeana*. Paper presented at the Compendio de trabajos e investigaciones, año 2011, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela, Rafaela, Argentina.

4. Conclusiones

La omisión de nutrientes en el raigrás perene permitió demostrar que el nutriente que más controla la acumulación de biomasa (kg/MS/ha) y el contenido de proteína bruta es el N. La omisión de P, K, Mg afectaron la acumulación de biomasa, pero no el contenido bromatológico del pasto. La omisión de S no afectó la producción de biomasa y no alteró la composición bromatológica del pasto.

La aplicación de dosis de N demostró el efecto de la aplicación de tasas crecientes de este nutriente igualmente incrementan la producción de biomasa y el contenido de proteína bruta. El EA_N calculada es de 14 kg de pasto/kg de N aplicado. Esta información, junto con los datos de la parcela de omisión de N, sirven para calcular la dosis de N necesaria para el siguiente ciclo del cultivo.

Finalmente, el uso adecuado de los fertilizantes nitrogenados puede optimizar el costos de producción, se demostró que el mejor costo de producción de un kg de MS es de 0,06 y se logra utilizando la dosis de 140 kg N/ha/año, pero mayores niveles de fertilización no disminuyen el costo.

- Fontanetto, H., Keller, O., Gambaudo, S., Albrecht, J., Juana, M., Boschetto, H., & Chico, B. (2010). *Fertilización con nitrógeno y azufre en Rye Grass*. Paper presented at the Planteos ganaderos en siembra directa, Buenos Aires, Argentina.
- García, F. (2002). *Generalidades sobre fertilidad de suelos y nutrición de plantas*. Paper presented at the Conferencia sobre fertilización balanceada y nutrición mineral de los cultivos tropicales: banana, palmito, pimienta, piña y maracuyá.
- Gutiérrez-Soto, M. V., Cadet-Piedra, E., Rodríguez-Montero, W., & Araya-Alfaro, J. M. (2011). GreenSeeker™ and the diagnosis of crop health. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 397-403.
- Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S., & Nelson, W. (2014). *Soil fertility and fertilizers. An introduction to nutrient management* (Eight ed.): Pearson Prentice Hall.
- Heinrichs, J. (2015). *De la alimentación a la leche: Comprendiendo la Función del Rumen*. Pennsylvania: PennState University.
- INEC. (2013). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua. Quito, Ecuador: Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales.
- IPNI. (2012). *4R de la Nutrición de Plantas*. Norcross, USA: IPNI.
- Latimer, G. W. (2012). *Official methods of analysis of AOAC International*: AOAC international.
- Marino, M., Mazaati, A., & Echeverría, H. (1996). Fertilización nitrogenada de cultivos forrajeros invernales. *Revista Argentina de Producción Animal*, 1(16), 248-249.
- Mazzanti, A., Marino, M., Lattanzi, F., Echeverría, H., & Andrade, F. (1997). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad del forraje de avena y raigrás anual en el sudeste bonaerense. *Boletín Técnico*. Buenos Aires, Argentina: INTA EEA.
- Morejon, O. (1997). *Respuesta de paturas de ray grass (lolium perenne) y trebol blanco (Trifolium repens) a la inoculación con rizobium y la fertilización nitrogenada*. Machachi-Pintag. (Ingeniero Agrónomo), Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Ortiz-Monasterio, I., & Guerra-Zitlalapa, L. (2015). *Uso del sensor de mano Greenseeker: sistema de diagnóstico para la fertilización de presición*. México City, México: CIMMYT.
- Paladines, O. (2004). *Principales recursos forrajeros para las tres regiones del Ecuador*. Quito, Ecuador: Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador.
- Peña-Roa, P. (2016). Lechería de altura. *Infotambo Andina*, 26-37.
- Ross, F., & López de Sabando, M. (2016). Diagnóstico de nitrógeno en cebada y trigo: NDVI y cobertura. In H. Forján, Z. López, & J. Domingo (Eds.), *Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2015/16* (pp. 122-145). Buenos Aires, Argentina: INTA.
- Rua Franco, M. (2016). Qué huella dejar? *Infotambo*, 12, 40-45.
- Salado, E. (2011). Confinar las vacas o intensificar los sistemas pastoriles? Rosario, Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
- Suquillo, A. (2001). *Respuesta al Ryegrass a la aplicación de nitrógeno en el El Angel- Carchi*. (Ingeniero Agrónomo), Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Teuber, N., Rosso, L., & Winkler, C. (1988). Niveles y frecuencias de aplicación de nitrógeno en Ballica anual Sabalan1. *Agricultura Técnica*, 48(4), 370-374.
- TRIMBLE. (2012). *GreenSeeker Handheld Crop Sensor*. USA: Trimble Navigation Limited.
- Villalobos, L., & Sánchez, J. M. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense*, 34(1), 43-52.
- Whitehead, D. (1995). *Grassland nitrogen*. Oxon, United Kingdom: CAB International.
- Witt, C., Pasuquin, J., & Dobermann, A. (2006). Toward a site specific nutrient management approach for maize in Asia. *Better Crops*, 90(2), 28-31.

*Evaluación de deficiencias nutricionales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo invernadero*

*Evaluation of nutritional deficiencies for a greenhouse quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) crop*

Gustavo Alfonso¹, Soraya Alvarado-Ochoa¹, Yamil Cartagena²

✉: spalvarado@uce.edu.ec

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

*2 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Santa Catalina. Panamericana Sur km 1,
Quito, Ecuador*

Resumen

La presente investigación evaluó las deficiencias nutricionales del cultivo quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.); para el efecto se implementaron dos experimentos en invernadero, donde se trasplantaron plántulas en pomina y se mantuvieron durante 60 días. Las deficiencias nutricionales se indujeron mediante el uso de la técnica del elemento faltante con soluciones nutritivas bajo un diseño completamente al azar con catorce tratamientos y tres repeticiones para el primer experimento; y cuatro repeticiones para el segundo experimento. Las variables evaluadas en el primer experimento fueron altura de planta, diámetro del tallo, color y clorofila. En tanto que la producción de biomasa del cultivo fue evaluada en el segundo experimento. Los resultados indicaron que los tratamientos con omisión de nitrógeno (N), boro (B), y potasio (K) afectaron significativamente a todas las variables evaluadas y mostraron síntomas visuales de deficiencia en el cultivo de quinua. Sin embargo, las deficiencias de azufre (S) y fósforo (P) también fueron evidentes en las etapas de crecimiento más avanzadas.

Palabras clave: grano andino, INIAP-TUNKAHUAN, nutrientes esenciales, nutrición mineral, solución nutritiva.

Abstract

This research evaluated the nutritional deficiencies of the quinoa crop (*Chenopodium quinoa* Willd.). Two greenhouse experiments were implemented. Seedlings were transplanted in pomina and maintained for 60 days. The nutritional deficiencies were induced by using the missing element technique with nutrient solutions under a completely randomized design with fourteen treatments and three replicates for the first experiment and four replicates for the second experiment. The evaluated variables in the first experiment included plant height, stem diameter, color, and chlorophyll. The crop biomass production was evaluated in the second experiment. The results indicated that omission treatments for nitrogen (N), boron (B), and potassium (K) significantly affected all of the evaluated variables and presented visual symptoms of deficiency in the quinoa crop. Nevertheless, sulphur (S) and phosphorus (P) deficiencies were also observed at the latest plant growth stages.

Keywords: Andean grain, INIAP-TUNKAHUAN, essential nutrients, mineral nutrition, nutritive solution.

1. Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es un grano considerado estratégico para la soberanía alimentaria e históricamente es uno de los principales alimentos del hombre andino. Por alrededor de 7000 años ha sido cultivado en la región andina donde es apreciado por su adaptabilidad a condiciones ambientales difíciles y por su valor nutritivo; pues contiene proteína, carbohidratos, minerales (hierro, fósforo y zinc), fibra, isoflavonas y antioxidantes (Jacobsen & Sherwood, 2002; Peralta, Mazón, Murillo, Rivera, & Monar, 2012).

La quinua en el Ecuador se produce tradicionalmente en la región Sierra, tanto por las condiciones agroecológicas, como por la importancia de este grano en los sistemas de producción andina. En su mayoría, la quinua que se produce pertenece a la variedad INIAP Tunkahuan apetejada por su bajo contenido de saponina y uniformidad de grano (Proecuador, 2015).

Mayoritariamente, la quinua es sembrada por el agricultor pequeño (< 1 ha) y mediano (1 a 5 ha) en suelos con bajos contenidos de nutrientes, y comúnmente sin recibir fertilización. Esta falta de manejo adecuado de la fertilidad de los suelos y la nutrición del cultivo se constituye en uno de los factores críticos para los bajos rendimientos observados, considerando que se reporta respuestas significativas en el rendimiento del cultivo frente a la fertilización nitrogenada, fosforada y potásica en suelos con deficiencias de estos nutrientes (Fries & Tapia, 2007).

Sin embargo, para alcanzar planes de manejo nutricional que respondan a las necesidades del cultivo, evitando aplicaciones innecesarias de fertilizantes, cuyos excesos generalmente se traducen en pérdidas económicas, además de convertirse en contaminantes del suelo, de las fuentes de agua y del aire; se requiere un conocimiento profundo de las necesidades nutricionales de cada especie, el mecanismo de absorción y transporte de los diferentes nutrientes, y el efecto de las limitaciones nutricionales de cada elemento en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Reuler & Prins, 1993).

En este contexto, el reconocimiento visual de los síntomas producidos por deficiencias nutricionales requiere experticia y puede convertirse en una herramienta poderosa de diagnóstico, capaz de detectar a los nutrientes que en un momento determinado están limitando el crecimiento y la producción

de los cultivos (Consuegra, Maya, de Cantillo, & Marín, 1995).

La técnica del elemento faltante ha sido utilizada para caracterizar deficiencias nutricionales bajo condiciones de campo e invernadero; para lo cual las plantas reciben una fertilización completa con dosis adecuadas de macro y micro nutrientes; y además, una serie de tratamientos de fertilización en cada uno de los cuales se omite uno de los nutrientes, pudiendo observar las deficiencias nutricionales en ausencia de un determinado nutriente (Sánchez & Camacho, 1981). Investigaciones exitosas han sido reportadas con esta técnica en cultivos como el chocho (Rivadeneira Ruales, 1999), babaco (León, Viteri, & Mejía, 2004) y mora (Castaño, Morales, & Obando, 2008).

Con estos antecedentes, la presente investigación evaluó las deficiencias nutricionales y la curva de producción de biomasa del cultivo de quinua desde el trasplante hasta el inicio del panojamiento; utilizando la técnica del elemento faltante bajo condiciones hidropónicas en invernadero.

2. Materiales y métodos

La fase experimental se realizó en el invernadero de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia Cutuglagua, a 3058 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 20 °C y una humedad relativa de 71%.

El material biológico empleado fue semilla de quinua, variedad INIAP-Tunkahuan. Se utilizó pomina tamizada a 0.5 mm, lavada, y autoclavada como sustrato. Se realizó un almácigo y al momento de la siembra se compactó suavemente y se regó con agua destilada dos veces al día. A partir de la emergencia de la plántula se regó diariamente, utilizando la solución nutritiva completa garantizando que la planta inicie con su crecimiento y desarrollo sin ningún tipo de déficit nutricional. Cuando la plántula tuvo 6 hojas verdaderas se realizó el trasplante a las macetas de tres litros de capacidad, las cuales tenían el mismo sustrato y se regaron con la solución nutritiva correspondiente a cada tratamiento evaluado. La pomina se mantuvo a capacidad de campo durante todo el tiempo de evaluación de los experimentos, para lo cual el riego se realizó diariamente.

Catorce tratamientos; omisión de N, omisión de fósforo (P), omisión de K, omisión de calcio (Ca), omisión de magnesio (Mg), omisión de azufre (S), omisión de zinc (Zn), omisión de cobre (Cu), omisión de hierro (Fe), omisión de manganeso (Mn), omisión de B, omisión de molibdeno (Mo), omisión de cobalto (Co) y fertilización completa, fueron evaluados en dos experimentos, de acuerdo con el detalle de la Tabla 1. Las soluciones nutritivas madres fueron preparadas por nutriente y sus respectivas diluciones se efectuaron cada 8 días para alcanzar cada una de las concentraciones indicadas en el Tabla 2 según los tratamientos evaluados. El pH de las soluciones finales para cada tratamiento fue ajustado en el rango de 6.3 a 7.0, y la conductividad eléctrica fue determinado; registrando valores en un rango de 2.0 a 4.0 dS m⁻¹. Las fuentes utilizadas para la preparación de las soluciones nutritivas fueron nitrato de amonio (NH₄NO₃), ácido fosfórico (H₃PO₄), hidróxido de potasio (KOH), cloruro de calcio dihidratado (CaCl₂·2H₂O), cloruro de magnesio hexahidratado (MgCl₂·6H₂O), ácido sulfúrico (H₂SO₄), cloruro de zinc (ZnCl₂), cloruro de cobre (CuCl₂), hierro quelatado (Fe-EDTA), cloruro de manganeso (MnCl₂), ácido bórico (H₃BO₃), molibdato de amonio tetra hidratado ((NH₄)₆Mo₇O₂₄·4H₂O) y cloruro de cobalto hexahidratado (Cl₂Co·6H₂O).

En el primer experimento se evaluó el efecto del elemento faltante sobre las características agronómicas del cultivo, y estuvo bajo un diseño completamente al

azar con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por 3 plantas por maceta. Las variables evaluadas al trasplante y cada siete días durante ocho semanas consecutivas incluyeron: 1) altura de planta, medida desde la base del tallo hasta la hoja más alta con el uso de una regla y expresada en centímetros; 2) diámetro de tallo, medido a dos centímetros de altura desde el sustrato, utilizando un calibrador Vernier y expresado en milímetros; 3) clorofila determinada en la hoja del tercio medio con el uso de medidor SPAD CMM-200 y expresada en unidades SPAD (diferencia de densidad óptica en dos longitudes de onda); y 4) color determinado en la hoja del tercio medio con el uso de la tabla de comparación de colores (TCC) desarrollada por el IRRRI (Witt, Pasuquín, Mutters, & Buresh, 2005). Los registros fotográficos se tomaron una vez por semana para documentar el crecimiento y presencia de deficiencias de los nutrientes evaluados

En el segundo experimento se evaluó la curva de producción de biomasa y estuvo bajo un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue conformada por 5 plantas por maceta. La variable biomasa fue evaluada cada 15 días después del trasplante (ddt) hasta los 60 ddt; tomando una planta completa de cada tratamiento y de cada una de las repeticiones. El peso fresco fue registrado, luego se secó a 65 °C en una estufa hasta obtener un peso constante. Los resultados se expresaron en gramos por planta.

Tabla 1. Tratamientos del elemento faltante evaluados en los dos experimentos.

Tratamiento	Código	Descripción
FC	T1	Solución completa (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Co).
-N	T2	Solución sin nitrógeno (__, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Co).
-P	T3	Solución sin fósforo (N, __, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Co).
-K	T4	Solución sin potasio (N, P, __, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Co).
-Ca	T5	Solución sin calcio (N, P, K, __, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Co).
-Mg	T6	Solución sin magnesio (N, P, K, Ca, __, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Co).
-S	T7	Solución sin azufre (N, P, K, Ca, Mg, __, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Co).
-Zn	T8	Solución sin zinc (N, P, K, Ca, Mg, S, __, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Co).
-Cu	T9	Solución sin cobre (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, __, Fe, Mn, B, Mo, Co).
-Fe	T10	Solución sin hierro (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, __, Mn, B, Mo, Co).
-Mn	T11	Solución sin manganeso (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, __, B, Mo, Co).
-B	T12	Solución sin boro (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, __, Mo, Co).
-Mo	T13	Solución sin molibdeno (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, __, Co).
-Co	T14	Solución sin cobalto (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, __).

Tabla 2. Concentración de los nutrientes en las soluciones nutritivas utilizadas de acuerdo con los tratamientos evaluados.

Elemento	meq l ⁻¹	mg l ⁻¹
N	12	168
PO ₄	1	31.6
K	7	273.7
Ca	9	180.4
Mg	4	48.6
SO ₄	2.3	112
Zn	0.0086	0.28
Cu	0.0035	0.11
Fe	0.1	3.0
Mn	0.05	1.40
B	0.07	0.26
Mo	0.0063	0.10
Co	0.0068	0.02

Fuente: (Castellanos, 2009; Fries & Tapia, 2007; Steiner, 1968)

El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete estadístico InfoStat (2016). Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks para las variables altura de planta, diámetro del tallo, clorofila y biomasa. Se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis (KW) para la variable color; y el análisis de varianza (ADEVA) y la separación de medias con la prueba de Bonferoni al 5% para las variables altura de planta, diámetro de tallo, clorofila, y biomasa. Se cuantificó la tasa de crecimiento para las variables altura de planta, diámetro del tallo y biomasa, éstas se calcularon a partir de la semana que presentaron diferencias significativas. Adicionalmente, se realizó una correlación múltiple de Pearson con todas las variables estudiadas.

El modelo de regresión logístico normal para la producción de biomasa fue generado a través de la fórmula detallada a continuación con el uso del programa estadístico Statistical Analysis System, 9.0 (SAS Institute, 1999).

$$Y = \alpha / (1 + \beta \times e^{(-\gamma \times t)}) \quad (1)$$

Dónde:

Y = Producción de biomasa en el tiempo (g).

α = Valor límite de producción de biomasa (g).

β = No tiene significado biológico y solo toma lugar en el tiempo inicial cuando t = 0 (g).

γ = Tasa de la constante que determina la amplitud de la curva (g).

t = Tiempo (días).

3. Resultados y discusión

3.1 Primer Experimento

3.1.1 Altura de planta

La altura de planta mostró que a partir de los 28 ddt la diferencia entre los tratamientos evalua-

dos fue altamente significativa (p-valor <0.0001) como se observa en el Tabla 3. El promedio de esta variable fue incrementando paulatinamente de 41.89 cm a 105.27 cm, desde los 28 hasta los 56 ddt; respectivamente.

Tabla 3. Análisis de varianza para la variable altura de planta, en la evaluación de deficiencias nutricionales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Pichincha 2017.

F. V.	G.L.	Cuadrado medio				
		28 ddt	35 ddt	42 ddt	49 ddt	56 ddt
Total	41					
Tratamientos	13	131.18**	375.79**	896.21**	1922.79**	3233.65**
Error	28	10.06	17.76	32.97	43.59	50.25
C.V. (%)		7.57	7.71	8.18	7.52	6.73
□ (cm)		41.89	54.64	70.16	87.84	105.27

**= Diferencias estadísticas altamente significativas.

ddt = Días después del trasplante.

Los tratamientos carentes de N y B presentaron los menores valores de altura: 38.08 cm y 33.10 cm; respectivamente (Tabla 4); concordando con Latorre (2011), quien afirma que el N es el elemento más importante en el crecimiento y desarrollo de las plantas y una baja en el suministro de este nutriente disminuye la formación de protoplastos que son indispensables para el crecimiento vegetativo; además (Salisbury & Ross, 2000), mencionan que una baja cantidad de N, provoca una disminución consecuente en la síntesis de proteínas, lo que ocasiona a su vez una disminución del tamaño de las células y especialmente el ritmo de su división. De otra parte, (Wild & Jones, 1992) sostienen que la baja concentración de B

en la planta genera una rápida disminución en el nivel de ARN y en consecuencia, cesa la división celular en los meristemos apicales por lo cual el crecimiento de la planta se ve afectado.

El bajo crecimiento de las plantas carentes de K especialmente observado a los 49 ddt, probablemente se debió a que este nutriente es un coactivador para más de 60 enzimas en el tejido meristemático (Samra & Arora, 1997). Para el caso del tratamiento de omisión P con valores bajos de altura de planta observados a partir de los 42 ddt se explicaría considerando que los fosfatos son esenciales para la división celular y para el desarrollo de los tejidos meristemáticos (Wild & Jones, 1992).

Tabla 4. Prueba de Bonferroni al 5 % para la variable altura de planta, en la evaluación de deficiencias nutricionales de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), Pichincha 2017.

Tratamiento	Altura de planta (cm)										
	28 ddt		35 ddt		42 ddt		49 ddt		56 ddt		
1	FC	40.37	ab	54.43	ab	73.67	abc	95.38	ab	122.74	a
2	-N	23.96	c	27.34	c	31.58	d	35.07	d	38.08	c
3	-P	41.36	ab	53.77	ab	64.38	c	76.88	bc	91.83	b
4	-K	40.53	ab	51.13	b	66.36	bc	73.07	c	81.82	b
5	-Ca	45.43	a	59.91	ab	78.30	abc	102.99	a	125.41	a
6	-Mg	40.40	ab	53.96	ab	72.21	abc	92.52	abc	114.74	a
7	-S	47.61	a	63.52	ab	82.40	abc	100.48	a	115.22	a
8	-Zn	48.86	a	65.27	a	82.79	ab	110.69	a	132.93	a
9	-Cu	43.01	ab	57.18	ab	73.47	abc	93.70	abc	117.31	a
10	-Fe	48.48	a	64.60	ab	85.0	a	109.74	a	133.30	a
11	-Mn	45.09	a	61.46	ab	83.50	ab	106.78	a	128.48	a
12	-B	33.05	bc	33.59	c	32.59	d	32.88	d	33.10	c
13	-Mo	45.35	a	61.74	ab	80.38	abc	104.23	a	122.79	a
14	-Co	43.02	ab	57.17	ab	75.63	abc	95.31	ab	116.11	a

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes (p -valor > 0.05).

ddt= Días después del trasplante.

FC= Fertilización completa.

3.1.2. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo mostró diferencias altamente significativas desde los 14 ddt (p -valor <0.0001) entre los tratamientos evaluados (Tabla 5). El promedio aumentó de un valor de 3.89 mm hasta 8.09 mm, desde los 14 hasta los 56 ddt; respectivamente.

La prueba de Bonferroni al 5 % (Tabla 6) indicó que el tratamiento con la fertilización completa estuvo en franco contraste con los todos los tratamientos de omisión mostrando el diámetro más grande. Resultado que concuerda con lo esperado; considerando que las plantas al tener una adecuada nutrición presentan un óptimo crecimiento y desarrollo (Kováčik & Bačkor, 2007). De otra parte, los valores más bajos para el diámetro de tallo estuvieron asociados con los tratamientos de omisión de N, K, y B especialmente a partir de los 35 ddt. Estos resultados corroboran con lo observado para la variable altura de planta en cuanto a la omisión de N y B; pero no es el caso para la omisión de K. El diámetro del tallo reducido en ausencia de K, que

alcanzó 6.24 mm a los 56 ddt se explicaría por lo esencialidad de este elemento para diversos procesos catalíticos de la planta; y corroboraría con lo reportado por (Azcón-Bieto & Talón, 2008), quienes indican que la deficiencia de este elemento provoca una debilidad de los tallos ocasionando que las plantas sean más sensibles a los factores climáticos. Con respecto a la omisión de P, se observó que a partir de los 35 ddt comenzó a detenerse el aumento del diámetro del tallo; resultados concordantes con las funciones reportadas para este nutriente con respecto a la división celular y síntesis de ATP (Alcántar González & Trejo-Téllez, 2007).

El análisis de correlación de Pearson para altura de planta y diámetro de tallo indicó que el coeficiente fue incrementándose desde 0.59 hasta 0.84 a los 14 hasta los 56 ddt; respectivamente, aunque sólo fue significativo a los 56 ddt. Estos resultados eran de esperarse, puesto que el crecimiento en altura de las plantas está respaldado por un aumento proporcional del diámetro del tallo (Martínez Teruel, Medina Blanco, & Gómez-Castro, 1985).

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo, en la evaluación de deficiencias nutricionales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Pichincha 2017.

F. V.	G.L.	Cuadrado medio						
		14 ddt	21 ddt	28 ddt	35 ddt	42 ddt	49 ddt	56 ddt
Total	41							
Tratamiento	13	0.45**	1.18**	2.41**	3.47**	5.09**	7.29**	8.42**
Error	28	0.03	0.04	0.08	0.04	0.06	0.06	0.09
C.V. (%)		4.76	4.27	4.70	3.21	3.49	3.31	3.75
□ (mm)		3.89	4.84	5.91	6.48	7.11	7.69	8.02

**= Diferencias estadísticas altamente significativas.
ddt= Días después del trasplante.

Tabla 6. Prueba de Bonferroni al 5% para la variable diámetro del tallo, en la evaluación de deficiencias nutricionales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Pichincha 2017.

Tratamiento	Diámetro del tallo (mm)						
	14 ddt	21 ddt	28 ddt	35 ddt	42 ddt	49 ddt	56 ddt
1 FC	4.18 a	5.29 a	6.36 a	7.31 a	8.26 a	9.12 a	9.67 a
2 -N	2.75 c	2.82 c	3.00 c	3.07 e	3.21 f	3.22 e	3.23 g
3 -P	4.19 a	4.97 a	5.80 ab	6.13 cd	6.92 cd	7.00 c	7.26 de
4 -K	3.55 b	4.31 b	5.30 b	5.68 d	5.85 e	5.94 d	6.24 f
5 -Ca	3.96 ab	4.90 ab	6.01 ab	6.84 ab	7.45 bc	8.11 b	8.71 bc
6 -Mg	3.81 ab	4.98 a	6.36 a	6.91 ab	7.60 abc	8.36 ab	8.71 bc
7 -S	4.15 a	5.06 a	6.52 a	7.08 a	7.55 abc	8.02 b	8.21 cd
8 -Zn	4.17 a	5.18 a	6.41 a	7.08 a	7.80 ab	8.63 ab	8.86 abc
9 -Cu	4.08 ab	5.12 a	6.16 ab	6.80 ab	7.58 abc	8.42 ab	8.96 abc
10 -Fe	4.14 ab	5.09 a	6.15 ab	6.81 ab	7.67 abc	8.41 ab	8.72 abc
11 -Mn	4.04 ab	5.14 a	6.30 a	7.12 a	7.98 ab	8.81 ab	9.24 ab
12 -B	3.64 ab	4.80 ab	5.84 ab	6.27 bcd	6.28 de	6.73 cd	6.91 ef
13 -Mo	4.02 ab	5.13 a	6.32 a	6.95 ab	7.77 ab	8.46 ab	8.92 abc
14 -Co	3.86 ab	5.01 a	6.31 a	6.77 abc	7.77 ab	8.46 ab	8.67 bc

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes (p -valor > 0.05).

ddt= Días después del trasplante.

FC= Fertilización completa.

3.1.3 Clorofila

Los valores de clorofila mostraron diferencias altamente significativas desde los 14 ddt (p -

valor <0.0001) entre los tratamientos evaluados (Tabla 7). El promedio incrementó de 15.06 a 65.09 unidades SPAD, desde los 14 hasta los 56 ddt; respectivamente.

La prueba de Bonferroni al 5 % (Tabla 8), ubicó en el primer rango de significancia hasta los 35 ddt al tratamiento con omisión de K. Este resultado es contrario a lo esperado y mencionado por algunos investigadores como (Samra & Arora, 1997) y (Pier & Berkowitz, 1987), quienes afirman que el K se acumula en la superficie de los cloroplastos y durante el proceso de la fotosíntesis penetra en ellos, por lo cual una deficiencia de este elemento reduce la cantidad de clorofila que contiene las plantas. Sin embargo, (Dobermann & Fairhurst, 2000), señalan que un síntoma típico de deficiencia de K en las plantas de arroz es una coloración verde oscura con los márgenes de las hojas de color café amarillento o manchas necróticas, y a medida que avanza la deficiencia la necrosis cubre toda la hoja; síntomas que fueron similares a los presentados por las plantas de quinua en este estudio, donde la intensidad del color verde evidentemente aumentó desde los 28 hasta

los 56 ddt determinados con la variable clorofila e incluso con la tabla de color.

De otra parte, los valores más bajos de clorofila desde los 14 a los 56 ddt siempre estuvieron asociados con el tratamiento de omisión de N. Sin embargo, a partir de los a los 35 ddt los tratamientos de omisión S y B también presentaron los valores más bajos para esta variable. Los bajos contenidos de clorofila en ausencia de N y S eran esperados; considerando que estos nutrientes son constituyentes esenciales de la molécula de clorofila y con su deficiencia la producción de clorofila se reduce (Dobermann & Fairhurst, 2000). De igual manera, el bajo contenido de clorofila en el tratamiento de omisión de B es explicado porque al haber deficiencia de B se ha reportado aumento en la acumulación de almidón en los cloroplastos, afectando negativamente la estructura y función de los mismos (Han et al., 2009) (Wimmer & Eichert, 2013).

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable clorofila, en la evaluación de deficiencias nutricionales de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), Pichincha 2017.

F. V.	G.L	Cuadrado medio						
		14 ddt	21 ddt	28 ddt	35 ddt	42 ddt	49 ddt	56 ddt
Total	41							
Tratam	13	29.8**	72.1**	274.57**	434.8**	994**	1855.8**	2576.8**
Error	28	2.1	3.36	10.39	26.1	39.1	43.56	38.40
C.V. (%)		9.73	9.30	10.04	13.03	12.80	11.57	9.39
□ (SPAD)		15.06	19.70	32.11	39.22	49.12	57.04	65.09

**= diferencias estadísticas altamente significativas.

ddt= días después del trasplante.

Tabla 8. Prueba de Bonferroni al 5 % para la variable clorofila, en la evaluación de deficiencias nutricionales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Pichincha 2017.

Tratamiento	Clorofila (unidades SPAD)													
	14 ddt		21 ddt		28 ddt		35 ddt		42 ddt		49 ddt		56 ddt	
1 FC	15.00	b	21.47	b	28.60	c	41.03	bc	56.00	a	68.41	ab	79.83	ab
2 -N	8.29	c	5.71	c	5.29	d	5.56	d	6.88	b	8.38	c	7.69	d
3 -P	16.07	b	22.39	b	38.96	b	49.43	ab	50.89	a	51.94	b	59.65	c
4 -K	23.58	a	28.69	a	50.70	a	59.41	a	63.91	a	68.30	ab	87.29	ab
5 -Ca	13.72	b	21.49	b	33.22	bc	40.39	bc	54.85	a	68.85	ab	81.06	ab
6 -Mg	14.72	b	16.67	b	35.10	bc	49.58	ab	64.92	a	77.96	a	81.35	ab
7 -S	13.98	b	22.33	b	31.84	bc	33.05	c	25.93	b	18.88	c	21.01	d
8 -Zn	15.18	b	20.32	b	28.00	c	40.64	bc	53.57	a	65.77	ab	85.31	ab
9 -Cu	13.03	b	18.19	b	29.96	bc	40.90	bc	61.44	a	77.53	a	84.36	ab
10 -Fe	15.44	b	20.32	b	33.74	bc	42.20	bc	58.52	a	71.92	ab	78.23	abc
11 -Mn	16.11	b	20.16	b	32.05	bc	34.90	bc	46.08	a	65.97	ab	83.20	ab
12 -B	16.19	b	19.62	b	37.65	bc	31.80	c	20.41	b	11.78	c	13.26	d
13 -Mo	14.55	b	20.48	b	32.67	bc	40.57	bc	62.17	a	64.55	ab	70.49	bc
14 -Co	15.10	b	18.05	b	31.77	bc	39.71	bc	62.21	a	78.39	a	91.26	a

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes (p -valor > 0.05).

ddt= Días después del trasplante.

FC= Fertilización completa.

3.1.4 Color

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la variable color (Tabla 9) mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. En concordancia con lo observado para la variable clorofila, el rango más bajo para el color estuvo asociado con el tratamiento de omisión de N desde los 28 hasta los 56 ddt. Adicionalmente, los tratamientos de omisión de S y B también se ubicaron entre los valores más bajos de color a partir de los 35 ddt. Sin embargo, la variable color no pudo detectar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados antes de los 28 ddt. Estos resultados ratifican que las limitaciones nutricionales en la planta afectan el contenido de

clorofila y consecuentemente existe una disminución en la intensidad del color verde (Giri, Shrivastava, Deshmukh, & Dubey, 2013). Adicionalmente, estos resultados indican la ventaja del uso de la medición de clorofila como una mejor herramienta de diagnóstico especialmente en estados fenológicos iniciales del cultivo frente a la tabla de color. Aunque se debe destacar la correlación altamente significativa observada entre las variables clorofila y color desde los 28 ddt, con coeficientes de correlación en un rango entre 0.80 y 0.98 a 28 y 56 ddt; respectivamente. Estos resultados concuerdan con (Manrique Reol, 2003), quien menciona que una mayor intensidad del color verde en plantas más maduras es coherente con mayor presencia de la molécula de clorofila.

Tabla 9. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis al 5 % para la variable color en plantas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), Pichincha 2017.

Tratamiento		Color				
		28 ddt	35 ddt	42 ddt	49 ddt	56 ddt
1	FC	3.67 ab	4.0 abc	4.0 abcd	4.83 ab	5.0 a
2	-N	2.0 b	2.0 d	2.0 d	2.0 c	2.0 c
3	-P	4.0 a	4.17 ab	4.33 ab	4.0 abc	4.33 abc
4	-K	4.0 a	4.67 a	5.0 a	5.0 a	5.0 a
5	-Ca	4.0 a	4.0 abc	4.0 abcd	5.0 a	5.0 a
6	-Mg	3.83 ab	4.17 ab	4.17 abc	4.83 ab	5.0 a
7	-S	3.67 ab	3.33 cd	3.17 bcd	2.83 bc	2.50 bc
8	-Zn	3.83 ab	3.67 bcd	4.17 abc	4.83 ab	5.0 a
9	-Cu	3.83 ab	4.0 abc	4.33 ab	4.67 ab	5.0 a
10	-Fe	4.0 a	4.0 abc	4.0 abcd	5.0 a	4.83 ab
11	-Mn	4.0 a	3.5 bcd	4.0 abcd	4.67 ab	5.0 a
12	-B	3.67 ab	3.17 cd	2.83 cd	2.33 c	2.17 bc
13	-Mo	4.0 a	4.0 abc	4.67 a	4.67 ab	4.50 abc
14	-Co	4.0 a	4.0 abc	4.67 a	5.0 a	5.0 a

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes (p -valor > 0.05).

ddt= Días después del trasplante.

FC= Fertilización completa.

3.1.5 Síntomas visuales de deficiencias nutricionales

Los síntomas visuales de deficiencias nutricionales en el cultivo de quinua se manifestaron en el caso de la omisión de N, P, K, S y B.

Los síntomas de deficiencia de N se presentaron a los 15 ddt, iniciando con una clorosis en las

hojas viejas para luego avanzar a las hojas jóvenes, hasta que la planta presentó una clorosis general. El crecimiento de la planta se redujo, además de presentar un tallo más delgado que las plantas del tratamiento con fertilización completa (Figura 1).



Figura 1. Síntomas de deficiencia de nitrógeno en plantas de quinua.

Los síntomas de deficiencias de P aparecieron a los 40 ddt; presentando una clorosis en los bordes de las hojas inferiores y en diferentes puntos de la lámina fo-

liar, esta clorosis se transformó en necrosis a los 49 ddt. Las plantas bajo la omisión de P fueron más pequeñas que las plantas bajo fertilización completa (Figura 2).



Figura 2. Síntomas de deficiencia de fósforo en plantas de quinua.

Los síntomas de deficiencia en K iniciaron a los 10 ddt; presentando una coloración verde más oscura. Los bordes de las hojas basales mostraron una clorosis a los 24 ddt para finalmente necrosarse y enrollarse. La planta inició la defoliación de las hojas que

presentaron el necrosamiento, mientras las hojas superiores permanecían con la coloración verde oscura a los 40 ddt. En general, la planta presentó un tamaño más pequeño y el tallo era más delgado con respecto a las plantas con fertilización completa (Figura 3).



Figura 3. Síntomas de deficiencia de potasio en plantas de quinua.

Los síntomas de deficiencia de S iniciaron a los 30 ddt. Las hojas bajas fueron las primeras en presentar una clorosis en los bordes, para luego avanzar hasta las nervaduras de las mismas. Las hojas jóvenes se vieron

afectadas mostrando una clorosis en toda la hoja a los 50 ddt. Sin embargo, el crecimiento de las plantas con omisión de S a los 60 ddt fue mayor comparada con las del tratamiento con fertilización completa (Figura 4).



Figura 4. Síntomas de deficiencia de azufre en plantas de quinua.

La deficiencia de B se presentó a los 20 ddt con la aparición de zonas cloróticas en las hojas jóvenes. Las yemas apicales iniciaron el marchitamiento a los

31 ddt, y por lo tanto el crecimiento se redujo. Las hojas se tornaron quebradizas y se defoliaron a los 40 ddt (Figura 5).



Figura 5. Síntomas de deficiencia de boro en plantas de quinua.

3.2 Segundo Experimento

3.2.1 Biomasa

Los valores de biomasa no mostraron diferencias estadísticas significativas a los 15 ddt. Sin embargo, diferencias estadísticas altamente significativas fueron observadas a partir de los 30 hasta los 60 ddt. El promedio de biomasa aumentó de 0.36 hasta 17.93 g/planta, desde los 15 hasta los 60 ddt; respectivamente (Tabla 10).

La prueba de Bonferroni al 5% (Tabla 11) ubicó al tratamiento con fertilización completa en el primer rango en todos los estados fenológicos evaluados; seguido por los tratamientos de omisión de Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, Mo, y Co, cuya ausencia no afectó significativamente a la acumulación de biomasa hasta el estado fenológico estudiado. En contraste, el tratamiento de omisión de N estuvo ubicado en el último rango desde los 30 hasta los 60 ddt. La baja producción de biomasa asociada con plantas deficientes de N que solo llegó a 1.08 g/planta a los 60 ddt se explica puesto que este nutriente está integrado en la producción de compuestos como aminoácidos y proteínas; los cuales son indispensables en la división y elongación celular (Ehret, Menzies, & Helmer, 2005).

Los tratamientos de omisión de K y B se ubicaron en el último rango a partir de los 45 ddt. La deficiencia de K, según (del Amor & Marcelis, 2004) se refleja en una poca producción de biomasa, por ser un elemento que contribuye a regular la apertura y el cierre de las estomas; y en cuya ausencia la plan-

ta minimizará su tamaño y el número de hojas. Con respecto al valor bajo de biomasa asociado con el tratamiento de omisión de B, se explica considerando que es un nutriente que desempeña un rol primario en la biosíntesis, estructura y lignificación de la pared celular, en la integridad de la membrana plasmática, transporte de azúcares y síntesis de ácidos nucleicos; ligados directamente con la producción de biomasa (Marschner, 2011).

El tratamiento de omisión de P se hizo también evidente con un rango bajo de biomasa a los 60 ddt. Este resultado concuerda con lo mencionado por (Wang, Garvin, & Kochian, 2002) que si en las plantas existe deficiencias de P, las cantidades de fosfato inorgánico en el citosol son bajas y por lo tanto se ve restringida la síntesis de ATP, ocasionando la desactivación o inhibición de la enzima rubisco; el efecto final es un descenso de la tasa de carboxilación y, por tanto, menor cantidad de carbohidratos con menor acumulación de biomasa.

La correlación entre las variables biomasa y altura, fue estadísticamente significativa a partir de los 42 ddt, con el mayor coeficiente (0.85) a los 56 ddt. En el caso de la correlación entre las variables biomasa y clorofila no presentó significancia estadística para ningún estado fenológico evaluado; sin embargo, el coeficiente aumentó de 0.27 a 0.56 desde 14 a 56 ddt; respectivamente. Estos resultados confirman que la función primordial de la clorofila es la de absorber energía lumínica la cual en combinación con otros componentes permite una adecuada acumulación de biomasa en las plantas y por lo tanto, el crecimiento de éstas se ve afectado (Demmig-Adams & Adams Iii, 1992).

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable biomasa, en la evaluación de deficiencias nutricionales de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), Pichincha 2017.

F. V.	G.L.	Cuadrado medio			
		15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt
Total	55				
Tratamientos	13	0.01 ^{ns}	1.48**	53.34**	282.29**
Error	42	0.01	0.33	2.54	11.51
C.V. (%)		32.26	26.85	17.04	18.91
□ (g)		0.36	2.15	9.35	17.93

**= Diferencias estadísticas altamente significativas.

ns= Diferencias estadísticas no significativas.

ddt = Días después del trasplante.

Tabla 11. Promedios y prueba de Bonferroni al 5% para la variable biomasa, en la evaluación de deficiencias nutricionales de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), Pichincha 2017.

Tratamientos		Biomasa (g)			
		Promedio	Prueba de Bonferroni		
		15 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt
1	FC	0.38	2.30 a	11.13 a	25.48 a
2	-N	0.28	0.60 b	1.08 b	1.08 c
3	-P	0.45	2.55 a	9.75 a	16.28 b
4	-K	0.38	1.39 ab	3.83 b	4.25 c
5	-Ca	0.35	2.20 a	11.10 a	20.45 ab
6	-Mg	0.40	2.73 a	9.98 a	21.15 ab
7	-S	0.43	2.33 a	11.65 a	22.83 ab
8	-Zn	0.40	2.35 a	11.30 a	21.23 ab
9	-Cu	0.38	2.33 a	13.30 a	25.15 ab
10	-Fe	0.33	2.60 a	11.85 a	19.13 ab
11	-Mn	0.33	1.78 ab	10.23 a	21.73 ab
12	-B	0.40	1.65 ab	3.83 b	4.18 c
13	-Mo	0.33	2.80 a	10.78 a	23.28 ab
14	-Co	0.30	2.55 a	11.18 a	24.95 ab

Promedios con una letra común no son significativamente diferentes (p -valor > 0.05).

ddt= Días después del trasplante.

FC= Fertilización completa.

El modelo logístico de producción de biomasa para todos los tratamientos evaluados no indicó mayores diferencias en los primeros 30 ddt; es decir, durante estos días hubo una fase lineal en la curva; contrastante, con los días posteriores, donde se presentó una fase exponencial de producción de biomasa para todos los tratamientos como se puede observar en las Figuras 6 y 7.

En el caso de la producción de biomasa en deficiencia de los macronutrientes, el tratamiento con la

fertilización completa presentó la mayor producción de biomasa seguido por los tratamientos de omisión de S, Mg, Ca y P. En tanto que los tratamientos que presentaron la menor producción de biomasa fueron los de omisión de K y N. Los coeficientes del modelo de regresión logístico normal presentó tres grupos logísticos. En el primer grupo se encontraron los tratamientos de fertilización completa, omisión de P, omisión de Ca, omisión de Mg y omisión de S; con un valor límite de producción de biomasa (α) de 32.80 g, 18.38 g, 22.96 g, 28.69 g, 26.44 g; res-

pectivamente, la tasa de la amplitud de la curva (γ) estuvo en un rango de 0.11 g a 0.14 g. En el segundo grupo se encontró el tratamiento de omisión de K con un límite de producción de biomasa de 4.36 g y una amplitud de la curva de 0.16 g. En el tercer grupo se encontró el tratamiento de omisión de N con una producción de biomasa límite de 1.16 g y una amplitud de la curva de 0.09 g.

En el caso de la producción de biomasa de los tratamientos de omisión micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn, Mo, Co) con excepción del B, fue muy similar a la del tratamiento con fertilización completa, lo que permite inferir que el requerimiento de estos micronutrientes a esta etapa fenológica del cultivo fue cubierta por la reserva de la semilla

o liberación del sustrato; y por tanto, estuvieron en cantidades suficientes para que la biomasa no sea afectada (Havlin, Beaton, Tisdale, & Nelson, 2005). Los coeficientes del modelo de regresión logístico normal presentó 2 grupos logísticos. En el primer grupo se ubicaron los tratamientos de fertilización completa, omisión de Zn, omisión de Cu, omisión de Fe, omisión de Mn, omisión de Mo y omisión de Co; con un valor límite de producción de biomasa de 32.80 g, 24,27 g, 27.91 g, 20.65 g, 25.40 g, 31.16 g y 32.53 g; respectivamente, y la tasa de amplitud de la curva entre 0.11 g a 0.15 g. En el segundo grupo logístico se encontró el tratamiento de omisión de B con un límite de producción de biomasa de 4.30 g y una amplitud de la curva de 0.15 g.

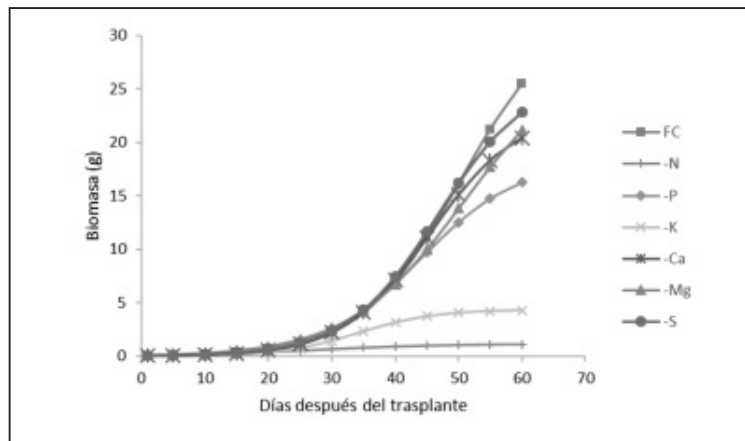


Figura 6. Curva de producción de biomasa en plantas de quinua con fertilización completa (FC) y con deficiencia de macronutrientes, Pichincha 2017.

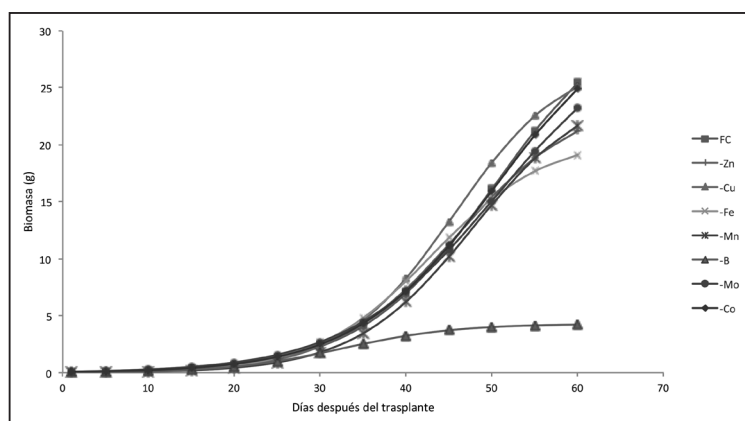


Figura 7. Curva de producción de biomasa en plantas de quinua en fertilización completa (FC) y con deficiencia de micronutrientes, Pichincha 2017.

5. Conclusiones

Los elementos de mayor importancia en la nutrición del cultivo de quinua evaluado bajo invernadero hasta los 60 ddt fueron el N, B y K; ya que las variables estudiadas presentaron diferencias altamente significativas en los tratamientos donde existió la omisión de estos nutrientes; además, las plantas presentaron cambios notorios en la morfología y en el color. Sin embargo, las deficiencias de S y P en plantas de quinua fueron también evidentes, aunque en menor intensidad y en las etapas fenológicas más avanzadas (35 y 42 ddt; respectivamente).

Las plantas de quinua con deficiencias de K y S presentaron síntomas visuales un tanto diferentes a los mencionados por la literatura para otros cultivos. La deficiencia de K se manifestó con plantas de color verde muy intenso especialmente hasta los 42 ddt; y las deficiencias de S se presentaron primero en las hojas inferiores.

Los nutrientes Ca, Mg, Zn, Fe, Cu, Mn, Mo y Co no presentaron síntomas de deficiencias nutricionales para el cultivo de quinua bajo las condi-

ciones evaluadas, debido muy probablemente a que la biodisponibilidad de estos nutrientes a través del sustrato, reserva de la semilla, o de las soluciones nutritivas (en el caso de Mo y Co que no fueron caracterizadas) utilizadas cubrió los requerimientos del cultivo durante las etapas fenológicas evaluadas.

La altura de planta y el color fueron las variables que mejor indicaron la deficiencia de N, P, K, S y B en las plantas de quinua a través de las distintas etapas fenológicas evaluadas. Sin embargo, también el contenido de clorofila permitió evidenciar el cambio en el nivel de fotosíntesis y consecuentemente en la tasa de crecimiento y producción de biomasa cuando existió la omisión de dichos nutrientes. Adicionalmente, la producción de biomasa fue una variable clave para confirmar la importancia jerárquica de los macro y micro nutrientes esenciales para este cultivo.

Finalmente, la tabla de colores fue una herramienta válida, que puede ser utilizada en el cultivo de quinua especialmente a partir de los 35 ddt; considerando el alto nivel de correlación observado con las lecturas del medidor de clorofila.

Referencias

- Alcántar González, G., & Trejo-Téllez, L. I. (2007). *Nutrición de cultivos*.
- Azcón-Bieto, J., & Talón, M. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal*.
- Castaño, C. A., Morales, C. S., & Obando, F. H. (2008). Evaluación de las deficiencias nutricionales en el cultivo de la mora (*Rubus glaucus*) en condiciones controladas para bosque montano bajo. *Agronomía*, 16(1), 75-88
- Castellanos, J. Z. (2009). *Manual de producción de tomate en invernadero*.
- Consuegra, A., Maya, C., de Cantillo, S. H., & Marín, N. B. (1995). Determinación de deficiencias de elementos mayores en plántulas de Chachafruto *Erythrina edulis*. *Acta Agronómica*, 45(2-4), 73-78.
- del Amor, F. M., & Marcelis, L. F. (2004). Regulation of K uptake, water uptake, and growth of tomato during K starvation and recovery. *Scientia horticultrae*, 100(1), 83-101.
- Demmig-Adams, B., & Adams Iii, W. (1992). Photoprotection and other responses of plants to high light stress. *Annual review of plant biology*, 43(1), 599-626.
- Dobermann, A., & Fairhurst, T. (2000). *Rice: Nutrient disorders & nutrient management* (First ed.): IRRI PPI-PPIC.
- ProEcuador, P. (2015). *Análisis Sectorial Quinua 2015*: Obtenido de Pro Ecuador Instituto de promoción de exportaciones e inversiones. Recuperado de: http://www.proecuador.gob.ec/wpcontent/uploads/2015/10/PROEC_AS2015_QUINUA2.pdf.
- Ehret, D. L., Menzies, J. G., & Helmer, T. (2005). Production and quality of greenhouse roses in recirculating nutrient systems. *Scientia horticultrae*, 106(1), 103-113.
- Fries, A. M., & Tapia, M. E. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*: FAO, ANPE-PERÚ.

- Giri, S., Shrivastava, D., Deshmukh, K., & Dubey, P. (2013). Effect of air pollution on chlorophyll content of leaves. *Current Agriculture Research Journal*, 1(2), 93-98.
- Han, S., Tang, N., Jiang, H.-X., Yang, L.-T., Li, Y., & Chen, L.-S. (2009). CO₂ assimilation, photosystem II photochemistry, carbohydrate metabolism and antioxidant system of citrus leaves in response to boron stress. *Plant Science*, 176(1), 143-153.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., Tisdale, S. L., & Nelson, W. L. (2005). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (Vol. 515). Hall Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice.
- SAS Institute. (1999). *SAS/STAT user's guide, version 8*. SAS Institute.
- Jacobsen, S., & Sherwood, S. (2002). *Cultivos de granos andinos en Ecuador: Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto*. Quito, Ecuador: Editorial Abya-Yala.
- Kováčik, J., & Bačkor, M. (2007). Changes of phenolic metabolism and oxidative status in nitrogen-deficient *Matricaria chamomilla* plants. *Plant and soil*, 297(1-2), 255-265.
- León, F., Viteri, D., & Mejía, C. (2004). *Guía para la determinación de deficiencias nutricionales en babaco*.
- Manrique Reol, E. (2003). Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz para la fotosíntesis. *Ecosistemas*, 12(1).
- Marschner, H. (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*: San Diego: Academic press.
- Martínez Teruel, A., Medina Blanco, M., & Gómez-Castro, A. (1985). *Relación entre distintas características de plantas de *Cistus ladanifer* L.*
- Peralta, E., Mazón, N., Murillo, A., Rivera, M., & Monar, C. (2012). *Manual agrícola de granos andinos*. Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Pier, P. A., & Berkowitz, G. A. (1987). Modulation of water stress effects on photosynthesis by altered leaf K⁺. *Plant physiology*, 85(3), 655-661.
- Reuler, H. v., & Prins, W. (1993). *role of plant nutrients for sustainable food crop production in Sub-Saharan Africa*. Dutch Association of Fertilizer Producers.
- Rivadeneira Ruales, J. (1999). *Determinacion de los niveles optimos de fertilizacion quimica en el cultivo de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet), en tres localidades de la Sierra ecuatoriana*.
- Salisbury, F., & Ross, C. (2000). *Fisiología Vegetal: Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental*. España: Thomson editores Paraninfo.
- Samra, J., & Arora, Y. (1997). *Mineral nutrition. The mango: botany, production and uses*. Oxfordshire, United Kingdom: CAB International.
- Sánchez, P. A., & Camacho, E. (1981). *Suelos del trópico: características y manejo*: San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación Agropecuaria.
- Steiner, A. A. (1968). *Soilless culture*.
- Wang, Y.-H., Garvin, D. F., & Kochian, L. V. (2002). Rapid induction of regulatory and transporter genes in response to phosphorus, potassium, and iron deficiencies in tomato roots. Evidence for cross talk and root/rhizosphere-mediated signals. *Plant physiology*, 130(3), 1361-1370.
- Wild, A., & Jones, L. (1992). *Nutrición mineral de las plantas cultivadas: Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russel*.
- Wimmer, M. A., & Eichert, T. (2013). Mechanisms for boron deficiency-mediated changes in plant water relations. *Plant Science*, 203, 25-32.
- Witt, C., Pasuquín, J., Mutters, R., & Buresh, R. (2005). Leaf color chart for effective nitrogen management in rice. *Better Crops*, 89(1), 36-39.

Efecto de la aplicación de cuatro materiales de encalado en control de la acidez de un suelo de Loreto, Orellana

Effect of four liming materials on acidity control of a soil from Loreto, Orellana

Carmen Calva¹; José Espinosa¹

✉ : jespinos@fagraria.com.ec

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

Resumen

La presente investigación se condujo en dos fases, la primera en el invernadero del Campo Académico Docente Experimental La Tola (CADET) y la segunda en el Laboratorio de Suelos, ambos pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de la aplicación de enmiendas en el control de acidez de un suelo representativo del grupo de suelos rojos clasificados como Oxic Dystrudepts en el cantón Loreto, provincia de Orellana. El suelo presentó inicialmente un pH 5.2, acidez intercambiable ($H^+ + Al^{3+}$) de 0.52 cmolc kg^{-1} y aluminio intercambiable (Al^{3+}) de 0.38 cmolc kg^{-1} . Se evaluaron cuatro enmiendas (carbonato de calcio, dolomita, óxido de calcio y carbonato de magnesio) y ocho dosis de cada enmienda (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 y 6.0 t ha^{-1}). Los tratamientos se replicaron tres veces dando un total de 24 unidades experimentales por enmienda. La prueba de invernadero se inició mezclando completamente las dosis de las enmiendas en el suelo que luego se colocó en macetas de 2 kg que se mantuvieron cerca de capacidad de campo por 45 para permitir la completa reacción del suelo con los materiales. Luego de este tiempo se sembraron las macetas con trigo (*Triticum vulgare*) que dejó crecer por 6 semanas. Se cosechó la biomasa y se determinó materia verde y materia seca. Para los análisis de laboratorio se usaron los suelos de las macetas luego de la prueba de incubación para determinar pH, el contenido de $H^+ + Al^{3+}$ y Al^{3+} . Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) para cada enmienda. Los resultados de la prueba de invernadero indicaron que los mejores rendimientos de biomasa de la planta indicadora se lograron con dolomita y carbonato de calcio. Se pudo además observar que las dosis de mayor acumulación de biomasa estuvieron entre 1.0 y 1.5 t ha^{-1} de enmienda. Las variables analizadas en laboratorio demostraron que el pH se incrementó a medida que se incrementaban las dosis de enmiendas, lo contrario se observó con los contenidos de $H^+ + Al^{3+}$ y Al^{3+} , sin embargo, solo las dosis bajas dieron valores que coincidían con las dosis que acumularon la mayor cantidad de biomasa. El análisis gráfico de las interacciones de pH con H^+ y pH y Al^{3+} encontró la misma tendencia. Toda esta información permitió definir la dinámica de los cambios promovidos por la adición de las enmiendas en la acumulación de biomasa y en las propiedades del suelo y en forma indirecta la dosis adecuada de enmienda, pero esto no es suficiente para entregar una herramienta que permita dar una recomendación de la dosis adecuada de la enmienda en suelos particulares. Con los valores iniciales del contenido de $H^+ + Al^{3+}$ se propuso utilizar la metodología de Kamprath utilizando la siguiente fórmula: $CaCO_3$ (t ha^{-1}) = 2.0 x cmolc de $[H^+ + Al^{3+}]$ kg^{-1} de suelo que cuando se planteó con los valores iniciales de $H^+ + Al^{3+}$ del suelo dio el siguiente resultado: $CaCO_3$ (t ha^{-1}) = 2.0 x 0.52 cmolc de $[H^+ + Al^{3+}]$ kg^{-1} de suelo \approx 1 t ha^{-1} $CaCO_3$. Esta fórmula puede utilizarse en todos los suelos ácidos de las mismas características del suelo evaluado en el invernadero de CADET.

Palabras clave: aluminio intercambiable, enmiendas, suelos tropicales, incubación.

Abstract

A study was conducted in two phases, one at the Experimental Station greenhouse and other at the Soil Testing Lab, both belonging to the College of Agriculture, Central University. The objective was to evaluate the effect lime amendments to control soil acidity on a soil representative from the red acid soils classified as Oxic Dystrudepts at the Loreto canton, Orellana province. Soil presented an initial 5.2 pH, and values of 0.52 cmolc kg⁻¹ of exchangeable acidity (H⁺ + Al³⁺) and 0.39 cmolc kg⁻¹ of exchangeable aluminum (Al³⁺). Four amendments (calcium carbonate, dolomite, calcium oxide and magnesium carbonate) and 8 lime rates (0, 1.0, 1.5, 2.9, 3.0, 4.0, 6.0 t ha⁻¹) were evaluated. Treatments were replicated 3 times giving a total of 24 experimental units per amendment. The greenhouse experiment was started mixing the lime rates with 2 kg of soils and placing them in plastic pots which were kept at near field capacity for 45 days to allow complete reaction of the liming materials. After this time pots were seeded with wheat (*Triticum vulgare*) and were allowed to grow for 6 weeks. Above ground biomass was harvested to evaluate fresh and dry matter accumulation. Soils samples from the pots after harvest were used for the lab analysis determination of pH, H⁺ + Al³⁺ and Al³⁺. A complete randomized design was used for statistical evaluation. Greenhouse results indicated that the higher mean biomass yields of the indicator plant were obtained with the application of dolomite and calcium carbonate. It was also observed that the higher accumulation of biomass was obtained with amendment rates ranging from 1.0 to 1.5 t ha⁻¹. Soil analysis demonstrated that pH values increased as lime rate increased, but the opposite was observed for H⁺ + Al³⁺ and Al³⁺, however, only the lower rates agreed with the rates that produced the higher yields. Graphic analysis of the pH with H⁺ and pH with Al³⁺ interactions showed the same tendencies. All this information documented the dynamics of the changes promoted by the addition of the amendments on biomass accumulation and soil properties and, in indirect form, the right rate of the amendment, but this information is not enough to deliver a rate recommendation fitted for every particular soil. It was proposed to use the method developed by Kamprath using the initial values of H⁺ + Al³⁺ to be plugged in the following formula: CaCO₃ (t ha⁻¹) = 2.0 x cmolc of H⁺ + Al³⁺ kg⁻¹ of soil. When the numbers were plugged the result was CaCO₃ (t ha⁻¹) = 2.0 x 0.52 cmolc of H⁺ + Al³⁺ kg⁻¹ of soil ≈ 1 t ha⁻¹ CaCO₃. This formula can then be used for all the acid soils with the same characteristics as the soil incubated at the greenhouse.

Keywords: exchangeable aluminium, amendments, tropical soils, incubation.

1. Introducción

El clima y el material parental son los principales factores que han definido la gran diversidad de suelos del Ecuador. Existen suelos rojos tropicales típicos, suelos más jóvenes dominados por arcillas tipo 2:1 y suelos derivados de cenizas y otros materiales volcánicos. Generalmente, los suelos viejos (que no se desarrollan sobre material volcánico) son ácidos, de baja fertilidad y alto contenido de aluminio intercambiable (Al³⁺) y están ubicados en las zonas de mayor precipitación del país como Esmeraldas y la zona oriental del Ecuador (Espinosa, 2008; Zebrowski & Sourdat, 1997).

Parte de esos suelos ácidos de la Amazonía ecuatoriana están localizados en el cantón Loreto, provincia de Orellana, donde predominan suelos clasificados como Inceptisoles. Sin embargo, un área que ocupa una superficie de 143.857 ha está dominada por Inceptisoles con características óxicas (Oxic Dystru-

depts) desarrollados sobre cuarzo, lutita y chert en una matriz areno-limosa de areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes. Los análisis de laboratorio indican, en efecto, que éstos son suelos de pH ácido, con niveles bajos de materia orgánica (MO), baja capacidad de intercambio catiónico (CIC) y mediana saturación de bases (SB) (Fassbender & Bornemisza, 1987; SIGTIERRAS, 2011).

La acidez del suelo se origina por la presencia de iones Al³⁺ e hidrógeno (H⁺). La reducción del pH afecta las características químicas y biológicas del suelo, reduce el crecimiento de las plantas y disminuye la disponibilidad de nutrientes como calcio (Ca), magnesio (Mg), fósforo (P) y potasio (K). Esto a su vez favorece la acumulación de elementos tóxicos para las plantas como Al³⁺ y manganeso (Mn) (Bertsch, 1998; Sumner & Pavan, 2005). Esta condición se genera por múltiples causas que van desde la génesis hasta el manejo del suelo. La meteorización de ciertas rocas primarias en largos periodos

geológicos y los procesos de pérdida de bases por lixiviación son las causas principales de la acidez de los suelos en regiones tropicales como los de la zona de Loreto en la Amazonía ecuatoriana (Zebrowski & Sourdat, 1997).

El encalado constituye la forma más efectiva de corregir los problemas de acidez en los suelos de bajo pH. Esta práctica agronómica se basa en la aplicación de sales básicas que neutralizan la acidez causada por la presencia de Al^{+3} e H^+ en el suelo. La decisión de encalar el suelo debe considerar el tipo de enmienda a utilizarse, además de la época, dosis y método de aplicación (Espinosa & Molina, 1999; Fageria & Baligar, 2008). Esta práctica estimula el crecimiento de la planta al reducir la toxicidad del Al y Mn e incrementar la disponibilidad de nutrientes como el Ca, N, P y molibdeno (Mo) (Espinosa & Molina, 1999).

En el cantón Loreto se han incorporado apreciables cantidades de tierra al uso agrícola luego de la eliminación del bosque. Estas tierras están cultivadas con una variedad de especies perennes y anuales que crecen en suelos ácidos con los consecuentes problemas asociados a la toxicidad de Al^{+3} . El uso de enmiendas como carbonato de calcio ($CaCO_3$) es común en la zona, sin embargo, no existe información precisa sobre las dosis requeridas para eliminar los problemas de acidez, en consecuencia, el uso de estas enmiendas es anárquico y su efecto no es consistente. El control de la acidez mediante el uso adecuado de enmiendas puede ser una herramienta básica para desarrollar una agricultura rentable y amigable con el ambiente que haga uso eficiente del suelo y que reduzca o elimine la incorporación de más bosque al uso agrícola. Para lograr información básica sobre fuentes y dosis de enmiendas eficientes y de acción inmediata, se condujo esta investigación donde se evaluó el efecto de la aplicación de cuatro enmiendas a diferentes dosificaciones sobre el crecimiento de una planta indicadora (trigo *Triticum vulgare*) en el invernadero.

2. Materiales y métodos

La fase de campo de este experimento se condujo en un invernadero del Campo Académico Docente Experimental “La Tola” (CADET) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador ubicado en el barrio La Morita, parroquia Tumbaco, Cantón Quito, provincia de Pichincha. El predio está localizado a $0^{\circ}13'46''$ de latitud sur

y a $78^{\circ}22'00''$ de longitud oeste. El invernadero es un ambiente protegido que posee riego controlado. La fase de laboratorio se la realizó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador ubicado en la Ciudadela Universitaria Cantón Quito, Parroquia Santa Prisca, Barrio la Gasca.

Mediante el uso de mapas y con la colaboración de la agencia del MAGAP en Loreto se ubicó un sitio que se cultiva con maíz y que tiene problemas de acidez. El suelo está clasificado como Oxic Dystrudepts (Sánchez et al., 2017). Se tomaron muestras en el sitio y se procedió a determinar el pH con un potenciómetro portátil para asegurarse que en realidad el suelo tenía pH ácido. Posteriormente se recolectó suficiente material de la capa superficial del suelo (0-20 cm) para obtener el sustrato para las prueba de incubación en el invernadero. El suelo recolectado se transportó al invernadero del CADET donde se procedió a secarlo y tamizarlo.

Se utilizó una muestra de suelo seco y tamizado y se procedió a la determinación de pH, acidez intercambiable y Al^{+3} que representan los valores de las condiciones de acidez natural del suelo antes de incorporar las enmiendas. Los análisis se realizaron utilizando las metodologías propuestas por el laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador (Espinosa et al., 2014).

En el invernadero se condujo la prueba de incubación para determinar el punto de neutralización de la acidez del suelo utilizando las cuatro fuentes de enmiendas: carbonato de calcio, dolomita, óxido de calcio y carbonato de magnesio. Se aplicaron ocho dosis de cada una de las enmiendas (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 y 6.0 t ha^{-1}) con un total de 32 tratamientos y tres repeticiones. Se pesaron 2 000 g de suelo, que se colocaron en cada una de las macetas y se procedió a incorporar completamente las dosis respectivas de las enmiendas a evaluarse. Luego se procedió a regar el suelo de las macetas hasta llegar a capacidad de campo, cuidando que los suelos permanezcan en esta condición durante el tiempo de incubación (45 días) que es el tiempo necesario para que las enmiendas reaccionen completamente en el suelo.

Inmediatamente después de terminar la prueba de incubación se sembraron 15 semillas trigo (*Triticum vulgare*) en cada una de las macetas. A las por dos semanas se ralearon las plantas dejando solo 10 por cada maceta. Las plantas se dejaron crecer por 45 días, al final de este periodo se cosechó la bioma-

sa y se determinó el peso de materia verde y materia seca total. Luego de la cosecha de la planta indicadora se procedió a secar los suelos de las macetas y se tomó una muestra de 300 g de cada una de ellas para hacer los mismos análisis de laboratorio que se hicieron en el suelo sin tratamiento.

Para la prueba de invernadero se utilizó un diseño Completamente al Azar (DCA). Los factores a estudiarse fueron ocho dosis (0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0 y 6.0 t ha⁻¹) de las cuatro fuentes de enmiendas (carbonato de calcio, dolomita, óxido de magnesio y carbonato de magnesio). Para cada enmienda se realizaron las siguientes regresiones y correlaciones: dosis vs materia verde, dosis vs materia seca, dosis vs pH, dosis vs acidez intercambiable, dosis vs Al⁺³, pH vs acidez intercambiable y pH vs Al⁺³. Además, se realizó el cálculo de la dosis de cal utilizando la fórmula de Kamprath (1894b) para determinar si este procedimiento funciona bien en el suelo estudiado.

3. Resultados y discusión

3.1 Prueba de invernadero con la planta indicadora

La respuesta a la aplicación de las dosis fue altamente significativa en para todas las enmiendas.

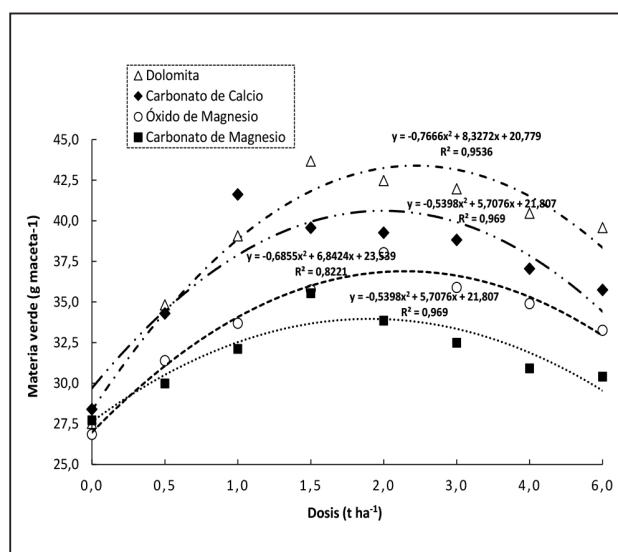


Figura 1. Efecto de la aplicación de dosis de diferentes enmiendas para controlar la acidez en la producción de materia verde de un suelo ácido de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero del CADET.

Las regresiones que relacionan las dosis de enmiendas con la de materia verde y materia seca se presentan en las Figuras 1 y 2. El ajuste de todas las curvas fue de tipo cuadrático con altos coeficientes de determinación, indicando que el efecto de las enmiendas es efectivo hasta cierta dosis y que luego se presentan problemas de sobreencalado que reducen los rendimientos de biomasa fresca y biomasa seca. Esta respuesta a la aplicación de dosis crecientes de materiales de encalado ha sido documentada por varios investigadores en zonas con suelos ácidos de los trópicos (Osorno, 2012; Osorno & Osorno, 2010; Smyth, 2012).

Por otro lado, también se observa en la acumulación de materia verde que la utilización de dolomita produjo la mayor cantidad de biomasa con un promedio general de 38.7 g maceta⁻¹, seguido por el carbonato de calcio, óxido de magnesio y carbonato de magnesio con 36.85, 33.73 y 31.63 g maceta⁻¹, respectivamente (Figura 1). Cuando la biomasa se homogeniza a un mismo porcentaje de humedad con el secado se observa que la mejor respuesta continuó obteniéndose con la utilización de dolomita que acumuló un promedio de 5.48 g de biomasa maceta⁻¹, sin embargo, el carbonato de calcio ocupó en segundo lugar con 5.12 g maceta⁻¹, seguido ahora por óxido de magnesio y el carbonato de magnesio con 4.63 y 4.56 g maceta⁻¹, respectivamente (Figura 2).

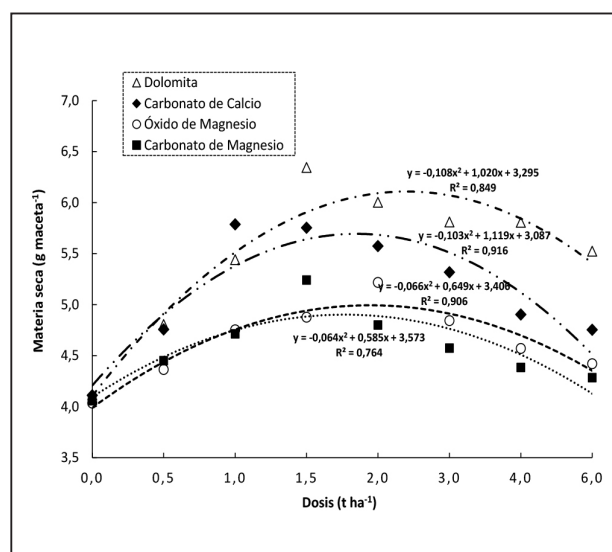


Figura 2. Efecto de la aplicación de dosis de diferentes enmiendas para controlar la acidez en la producción de materia seca de un suelo ácido de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero del CADET.

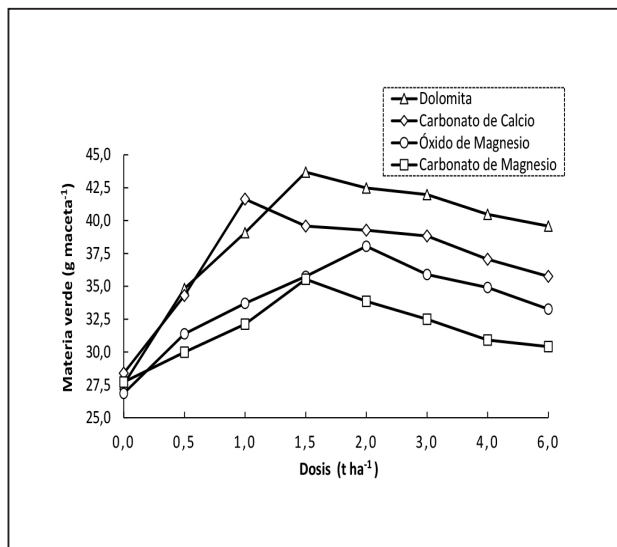


Figura 3. Efecto de la aplicación de dosis de diferentes enmiendas para controlar la acidez en la producción de materia verde de un suelo ácido de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero del CADET tomando en cuenta solamente las líneas de tendencia.

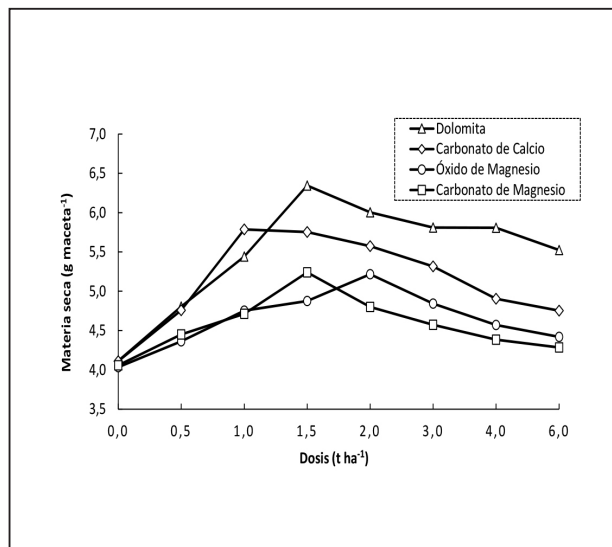


Figura 4. Efecto de la aplicación de dosis de diferentes enmiendas para controlar la acidez en la producción de materia seca de un suelo ácido de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero del CADET tomando en cuenta solamente las líneas de tendencia.

La mejor respuesta a la aplicación de dolomita probablemente se debe a que este material entrega también Mg al suelo. Los suelos ácidos de Loreto, clasificados como Oxíc Dystrudepts, generalmente tienen contenidos bajos de este nutriente (Sánchez et al., 2017), de modo que la aplicación de dolomita no solo elimina el Al^{+3} sino que también entrega Mg al suelo situación que mejora la nutrición del cultivo y el balance de cationes en el suelo (Abreu Jr. et al., 2003; Fageria & Baligar, 2008). Al respecto, Bose et al. (2011) y Sancho and Molina (2016) encontraron en sus experimentos de hidroponía que la absorción de Mg disminuye apreciablemente con la presencia de Al^{+3} en la solución debido probablemente a la competencia por los sitios de absorción y transportadores de la membrana del citoplasma en las células de la raíz.

En los últimos años se ha popularizado la utilización de carbonato de calcio y, en menor proporción, la de dolomita en las áreas productoras de maíz del cantón Loreto por recomendación de los programas de mejoramiento de la producción del MAGAP (Vallejo, 2015). Los datos obtenidos en este estudio ratifican que las mejores fuentes para ese tipo de suelo son, en efecto, carbonato de calcio (cal agrícola) y dolomita. El carbonato de magnesio y el óxido de magnesio demostraron ser menos efectivos para controlar la acidez y producir biomasa (Figuras 1 y 2). Sin embargo, la determinación de la cantidad de material a aplicarse para encalar los suelos ácidos de la zona es todavía

anárquica. Si solamente se utilizaran los datos de las regresiones de producción materia verde y particularmente los datos de materia para determinar la dosis de carbonato de calcio y dolomita se podrían recomendar dosis de 2.0 a 2.5 t ha⁻¹, pero el ajuste de valores que logra el cálculo de la regresión para producción de biomasa llevaría a sobre estimar las dosis de enmienda requerida. Si se utiliza solamente el gráfico de la tendencia de la acumulación de materia verde y materia seca se logra una mejor aproximación a la dosis real como se puede observar en las Figuras 3 y 4. En este caso solamente se requerían entre 1.0 y 1.5 t ha⁻¹ de material para lograr el efecto deseado ya que se observa claramente que dosis mayores reducen la acumulación de biomasa

3.2 Análisis de Laboratorio

La confirmación de que efectivamente el encalado ha controlado los problemas de acidez se logra midiendo el pH, la concentración de la acidez intercambiable y el Al intercambiable. De igual forma existieron diferencias altamente significativas para las dosis de todas las enmiendas evaluadas.

3.2.1 Cambios en el pH

Los cambios de pH con las diferentes enmiendas se pueden evidenciar en las curvas de las diferentes enmiendas utilizadas que aparecen en la Figura 5.

De nuevo, la representación gráfica de las líneas de tendencia explica mejor el efecto de las dosis de las enmiendas sobre el pH antes que las regresiones. En ellas se puede apreciar que luego de 45 días de la incubación la reactividad de las enmiendas tuvo similares comportamientos con respecto incremento de pH.

Se considera que el suelo estudiado es de carga variable y en condiciones normales no se esperaría incrementos tan marcados en el pH como los encontrados en este estudio. Esto probablemente se debe a que las dosis altas de las enmiendas lograron sobreponerse sobre la capacidad tampón del suelo. Como se vio anteriormente, el comportamiento de la respuesta a las enmiendas en términos de acumulación de biomasa indicaba claramente que las dosis para lograr el mayor rendimiento se encontraban entre 1.0 y 1.5 t ha⁻¹ de enmienda, dosis que serían suficientes para elevar el pH a valores que permitan eliminar los problemas de acidez y precipitar el Al³⁺ tóxico. Datos similares fueron reportados por Vélez (2015) en suelos de Loja en un trabajo similar de incubación. Los datos de la Figura 5 demuestran que las dosis de 1.0 a 1.5 t ha⁻¹ de las enmiendas elevaron el pH a valores de alrededor de 6.0.

3.2.2 Acidez intercambiable

El comportamiento de la acidez intercambiable (H⁺+Al³⁺) del suelo de Loreto, Orellana, en respuesta

a la aplicación de dosis de las enmiendas evaluadas se presenta en la Figura 6. Contrario a lo que sucede con el pH, la concentración de la acidez intercambiable se reduce a medida que se incrementan las dosis de enmienda. Este comportamiento es similar para todas las enmiendas y ha sido ampliamente documentado en suelos tropicales (Cravo et al., 2012; De Mello Prado & Natalle, 2004; Fageria & Baliagar, 2008; Kamprath, 1984a; Osorno, 2012; Smyth, 2012). Es evidente que las dosis altas de cal (3.0, 4.0 y 6.0 t ha⁻¹) de las enmiendas eliminan un alto porcentaje de la acidez intercambiable, sin embargo, de lo observado en la acumulación de biomasa (Figuras 3 y 4) se puede concluir que concentraciones bajas de acidez intercambiable no afectaron el crecimiento de la planta indicadora. Se debe recordar que este parámetro mide la acidez (H⁺) propia de suelos de bajo pH y el H⁺ producido por la hidrólisis del Al³⁺ en las mismas condiciones, es decir, una parte de la acidez es inducida por la presencia de Al³⁺. Se conoce que el H⁺ per se no afecta la planta sino a valores de pH inferiores a 3.0 y que es la toxicidad de el Al³⁺ lo que realmente afecta la planta (Batista et al., 2012; Espinosa & Molina, 1999; Osorno, 2012; Zapata, 2004). Aparentemente, las dosis entre 1.0 y 1.5 t ha⁻¹ neutralizan una buena proporción del Al³⁺ y eliminan su efecto nocivo para la planta indicadora.

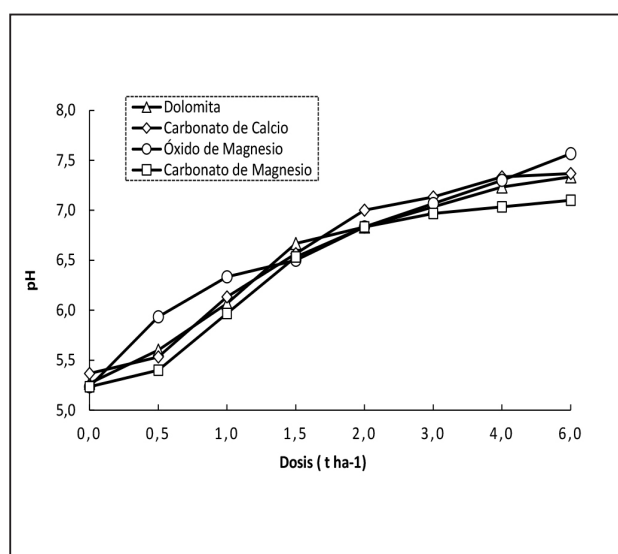


Figura 5. Efecto de las dosis de enmiendas en el pH de un suelo de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero de CADET

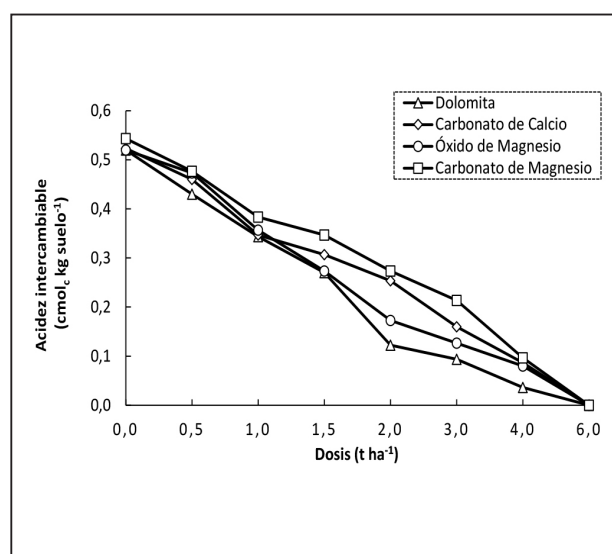


Figura 6. Efecto de las dosis de enmiendas en la acidez intercambiable de un suelo de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero de CADET.

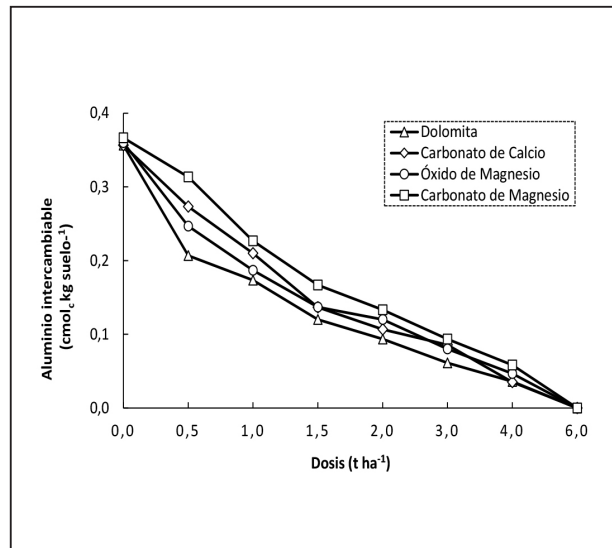


Figura 7. Efecto de las dosis de enmiendas en el aluminio intercambiable de un suelo de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero de CADET.

3.2.3. Aluminio intercambiable

En suelos ácidos tropicales el principal factor limitante para la producción de cultivos es la presencia de Al^{+3} en el suelo a valores de pH menores a 5.5. Este es sin duda el caso de los suelos de una buena parte del cantón Loreto en la provincia de Orellana (Sánchez et al., 2017; SIGTIERRAS, 2011). Los problemas de hacen evidentes en los principales cultivos como café, naranjilla, cacao y en la nueva producción de maíz de la zona. Los efectos de la aplicación de dosis de enmiendas sobre el contenido de Al^{+3} en el suelo de Loreto incubado en el invernadero del CADET se presentan en la Figura 7.

Como era de esperarse, el comportamiento de las de las curvas de Al^{+3} fue similar al de acidez intercambiable ($H^{+}+Al^{+3}$), sin embargo, se observa una drástica reducción en el contenido de Al^{+3} hasta las dosis de entre 1.0 y 1.5 t ha⁻¹, luego la reducción es de menor magnitud.

Nuevamente, esto concuerda con los resultados de la producción de biomasa de la planta indicadora debido a que la precipitación del Al^{+3} como gibsita [$Al(OH)_3$] mejora el ambiente radicular y las planta indicadora pudo expresar su mejor rendimiento (Osorno, 2012; Osorno & Osorno, 2010; Zapata, 2004). Esta situación concuerda con las dosis de 1.0 a 1.5 t ha⁻¹ en todas las enmiendas.

3.3. Efecto de las Interacciones

El suelo ácido utilizado en las pruebas de incubación y en la prueba de producción de biomasa, representativo de la zona de suelos ácidos de Loreto, tenía originalmente un pH de 5.2, una concentración de acidez intercambiable ($H^{+}+Al^{+3}$) de 0.52 cmol kg⁻¹ y un contenido de aluminio intercambiable (Al^{+3}) de 0.36 cmolc kg⁻¹. La mayoría de los suelos de Loreto están clasificados como Oxic Dystrudepts (Sánchez et al., 2017; SIGTIERRAS, 2011), es decir, son Inceptisoles que todavía no se han meteorizado lo suficiente para llegar a ser Ultisoles u Oxisoles, sin embargo, el proceso está en marcha y le ha conferido ya al suelo características óxicas (pH bajo y suficiente contenido de Al^{+3} para limitar el crecimiento de los cultivos) (Soil Survey Staff, 2006; Zebrowski & Sourdat, 1997). Por otro lado, este estudio ha demostrado, a través de la prueba de incubación, que la dolomita y el carbonato de calcio son las enmiendas que promovieron la mayor producción de biomasa de la planta indicadora en dosis que varían entre 1.0 y 1.5 t de enmienda ha⁻¹. Los datos obtenidos también sugieren que la aplicación de las mismas cantidades de enmienda eliminaba suficiente de la acidez intercambiable y aluminio intercambiable para promover la mejor producción de biomasa. El objetivo final de este estudio es encontrar suficiente información que permita hacer una recomendación simple y económica de la dosis de enmienda a aplicar para controlar los problemas de acidez de los suelos de Loreto. Las in-

teracciones de los datos de pH con los de acidez intercambiable y aluminio intercambiable presentadas en las Figuras 8, 9, 10 y 11 para dolomita y carbonato de calcio demuestran que la recomendación de encalado debería, en efecto, estar alrededor de las cantidades de enmienda que lograron la mayor cantidad de biomasa.

3.4. Propuesta de cálculo de la dosis de enmiendas en Loreto

La promoción de la agricultura en el cantón Loreto en los últimos años, particularmente hacia la producción de cultivos perennes como café, cacao y naranjilla y cultivos anuales como maíz, ha encontrado que uno de las principales limitantes de la producción es la acidez del suelo (Granda, 2005). Como se ha indicado anteriormente, existe poca información documentada que soporte la recomendación de aplicación de enmiendas para corregir los problemas de acidez de los suelos de la zona de producción de cultivos en Loreto. Además, es también conocido que las principales enmiendas que se comercializan en el cantón Loreto son el carbonato de calcio (cal agrícola) y la dolomita (Guajala, 2016). Este proyecto de investigación ha documentado la dinámica de los procesos de control de acidez durante el periodo de reacción de cuatro enmiendas en un suelo que representa las condiciones generales de la mayoría de suelos ácidos del cantón Loreto. Esta información no deja dudas que las dosis de enmienda a aplicarse están alrededor de 1.0-1.5 t ha⁻¹, sin embargo, es necesario encontrar una forma práctica de determinar cual es la dosis de enmienda para cada lote de producción en particular. Partiendo de que siempre será necesario hacer un análisis para determinar el pH del suelo, se observa en las Figuras 11 y 12 que el mejor parámetro, complementario al pH, que permite determinar la dosis de cal en el contenido de Al+3 en el suelo.

Kamprath (1984a) en su búsqueda de métodos fáciles y efectivos para determinar la dosis de enmienda necesaria para controlar los problemas de acidez en suelos tropicales propuso utilizar solamente cantidades de enmienda que precipiten el Al+3 y eliminen su efecto tóxico. Esto ante la pretención de utilizar los métodos de recomendación de enmiendas utilizados para controlar acidez en suelos de carga permanente de Nortemérica (Espinosa & Molina, 1999; Fageria & Baligar, 2008; Smyth, 2012) que generan recomendaciones de altas cantidades de cal que no son necesarias en suelos tropicales de carga variable. La propuesta de Kamprath se resume en la siguiente fórmula:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = \text{Factor} \times \text{cmolc Al}^{+3} \text{ kg}^{-1} \text{ de suelo} \quad (1)$$

El factor puede ser 1.5 o 2.0 dependiendo de las características del cultivo y el tipo de suelo. El factor puede ser modificado con la experiencia obtenida utilizando este factor en condiciones específicas de suelo. Este método de determinación de los requerimientos de cal es muy difundido en áreas tropicales de suelos rojos (Espinosa & Molina, 1999; Osorno, 2012; Osorno & Osorno, 2010) como los suelos de Loreto, Ecuador.

Siempre ha sido problemático para los agricultores el recolectar muestras de suelo y enviarlas al laboratorio, en especial en zonas como la Loreto. Una de las limitantes era la dificultad de enviar la muestra a sitios lejanos. Al momento, la disponibilidad de una buena carretera y la cercanía de del laboratorio de suelo en la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP ubicada en el sector San Carlos, cantón Joya de los Sachas abre la oportunidad para que los técnicos asesores del MAGAP y los propios productores puedan enviar muestras para análisis con el fin de disponer de la información necesaria para la aplicación de cal.

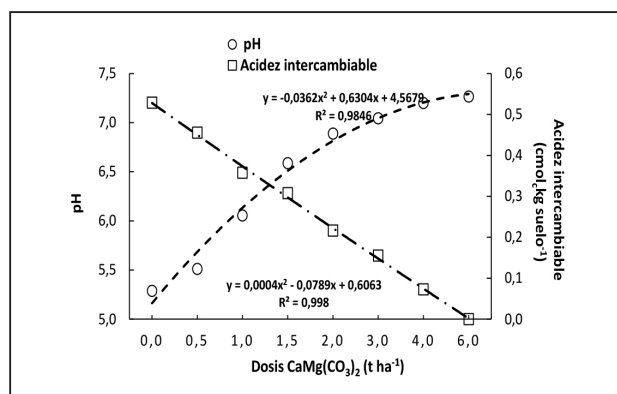


Figura 8. respuesta Interacción entre pH y acidez intercambiable como a la aplicación de dosis de dolomita en el suelo de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero del CADET.

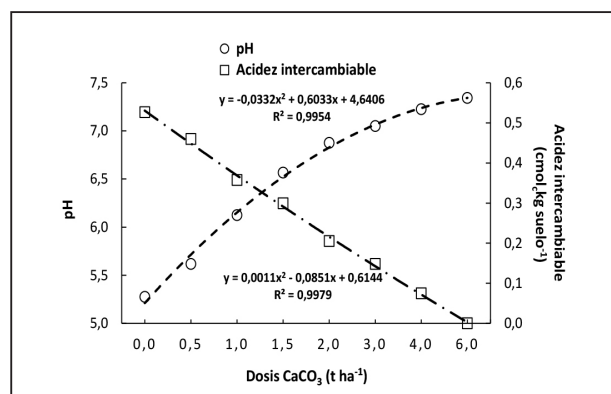


Figura 9. Interacción entre pH y acidez intercambiable como respuesta a la aplicación de dosis de carbonato de calcio en el suelo de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero del CADET.

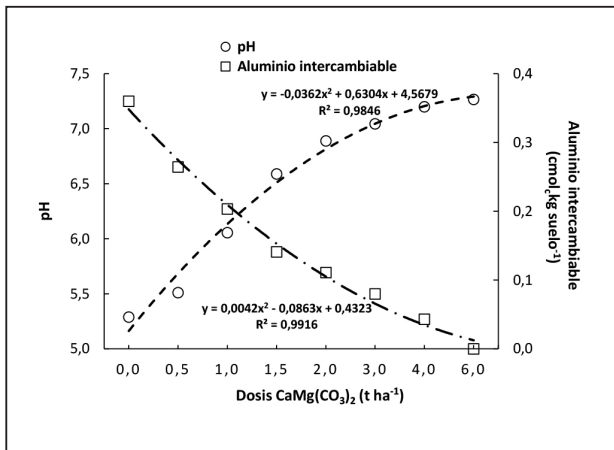


Figura 10. Interacción entre pH y aluminio intercambiable como respuesta a la aplicación de dosis de dolomita en el suelo de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero del CADET.

Como se dijo anteriormente, los datos de las Figuras 9, 10, 11 y 12 demuestran el contenido de Al^{+3} predice mejor la dosis de enmienda que produce la mayor acumulación de biomasa de la planta indicadora. Éste sería el parámetro a utilizarse en la fórmula de Kamprath, sin embargo, esto requiere de una doble titulación del extracto obtenido con la agitación con KCl 1N y este paso no está incluido en la rutina de los laboratorios de suelos de Ecuador que solamente determinan acidez intercambiable. Entonces se propone utilizar el contenido de acidez intercambiable como parámetro para el cálculo en la fórmula de Kamprath. De esta forma, el cálculo para el suelo de Loreto, utilizando un factor de 2,0, quedaría de la siguiente forma:

$$CaCO_3 \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = 2,0 \times 0,52 \text{ cmol}_c \text{ de acidez intercambiable kg}^{-1} \text{ de suelo} = 1 \text{ t ha}^{-1} CaCO_3$$

Las relaciones entre pH, acidez intercambiable, aluminio intercambiable y acumulación de biomasa encontradas en este estudio permiten demostrar que la utilización del método de Kamprath es efectiva para determinar la dosis de cal necesaria para controlar los problemas de acidez de los Inceptisoles óxicos que representan la mayoría de los suelos del cantón Loreto. Los parámetros necesarios son pH (los suelos deben tener pH menor a 5,5 para que necesiten encalado) y acidez intercambiable.

4. Conclusiones

La información desarrollada en el presente estudio

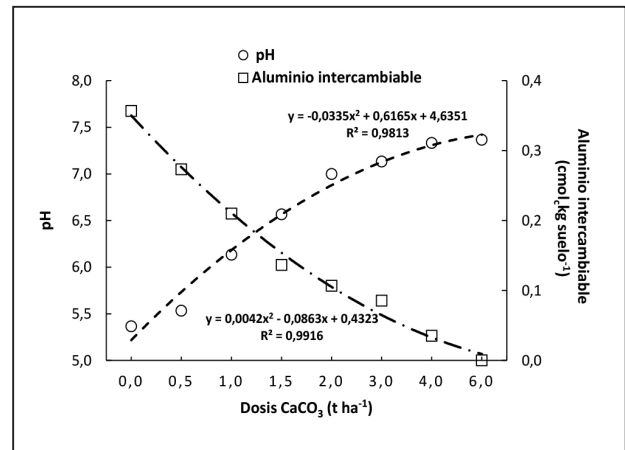


Figura 11. Interacción entre pH y aluminio intercambiable como respuesta a la aplicación de dosis de carbonato de calcio en el suelo de Loreto, Orellana, incubado en el invernadero del CADET.

permite presentar las siguientes conclusiones:

- Las pruebas de acumulación de biomasa conducidas en el invernadero en el suelo ácido, representativo de los Inceptisoles óxicos que conforman la mayor parte de suelos del cantón Loreto, demostraron que la mayor acumulación de materia verde y materia seca de la planta indicadora se logró con la utilización de dolomita y carbonato de calcio. Esta son también las fuentes de más uso y las más económicas de la zona. Las otras fuentes evaluadas acumularon menos biomasa, sin embargo, estas fuentes nos son de uso común en la zona por su costo más alto. Las dosis que logran la mayor acumulación de biomasa estuvieron entre 1,0 y 1,5 $t ha^{-1}$ de enmiendas.
- Los resultados de los análisis de suelos para evaluar el efecto de las dosis de las enmiendas en el comportamiento del pH, acidez intercambiable y aluminio intercambiable demostraron que todas las enmiendas utilizadas tuvieron el mismo comportamiento. Como era de esperarse, el pH se incrementó y los contenidos de acidez intercambiable y aluminio intercambiable se redujeron, sin embargo, fue claro que las dosis altas (2, 3, 4 y 6 $t ha^{-1}$) no eran necesarias para precipitar la mayor parte del Al^{+3} , mejorar el ambiente radicular y promover la mayor acumulación de biomasa. Las dosis que logran estos efectos benéficos están de nuevo entre 1,0 y 1,5 $t ha^{-1}$ de dolomita y carbonato de calcio.
- La evaluación de las interacciones pH - acidez intercambiable y pH - aluminio intercambia-

ble también permite concluir que las mejores dosis para lograr la mayor acumulación de biomasa están entre 1.0 y 1.5 t ha⁻¹ de dolomita y carbonato de calcio, sin embargo, la interacción con aluminio intercambiable detecta mejor el rango de dosis adecuadas.

- Si bien se logró recolectar toda la información general de soporte que permite llegar indirectamente a la dosis recomendada de enmienda, esto no es suficiente para entregar una herramienta que permita dar una recomendación de la dosis adecuada de la enmienda en suelos particulares. Para esto se probó la propuesta de Kamprath que plantea utilizar la concentración de aluminio intercambiable como principal parámetro de evaluación utilizando la fórmula:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = 2.0 \times \text{cmol}_c \text{ de Al}^{+3} \text{ kg}^{-1} \text{ de suelo}$$

Sin embargo, las dificultades para obtener la concentración de Al⁺³ en los laboratorios, ya que

este parámetro no está incluido en los análisis de rutina, se propone utilizar la acidez intercambiable en la fórmula. Este parámetro permite obtener una dosis de enmienda que está respaldada por toda la información generada del comportamiento del suelo y la planta indicadora a la aplicación de amplias dosis de enmiendas. La fórmula propuesta es la siguiente:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = 2.0 \times \text{cmol}_c \text{ de [H}^+ + \text{Al}^{+3}\text{] kg}^{-1} \text{ de suelo}$$

Esta fórmula puede utilizarse en todos los suelos ácidos de las mismas características del suelo evaluado en el invernadero de CADET. La fórmula con los datos de este suelo quedaría de la siguiente forma:

$$\text{CaCO}_3 \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = 2.0 \times 0.52 \text{ cmol}_c \text{ de [H}^+ + \text{Al}^{+3}\text{] kg}^{-1} \text{ de suelo} \approx 1 \text{ t ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$$

Referencias

- Abreu Jr., C. H., Muraoka, T., & Lavorante, A. F. (2003). Relações entre acidez e propriedades químicas de solos Brasileiros. *Scientia Agricola*, 60(2), 337-343. Retrieved from
- Batista, M., Moscheta, I., Bonato, C., Batista, M., Garcia de Almeida, O., & Inoue, T. (2012). Aluminum in corn plants: Influence on growth and morpho-anatomy of root and leaf. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 37, 177-187.
- Bertsch, F. (1998). *La Fertilidad de los suelos y su manejo*. San José, Costa Rica: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo.
- 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.
- Cravo, M., Smyth, J., & Carvalho, E. (2012). Calagem em latossolo amarelo distrófico da Amazônia e sua influência em atributos químicos do solo e na produtividade de culturas anuais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36, 895-907.
- De Mello Prado, R., & Natalle, W. (2004). Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(10), 1007-1012.
- Espinosa, J. (2008). *Distribución, uso y manejo de los suelos de la Región Andina*. Paper presented at the XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, Quito, Ecuador.
- Espinosa, J., & Molina, E. (1999). *Acidez y encaldeo de los suelos*. Quito, Ecuador: IPNI.
- Espinosa, J., Sosa, C., & Rivera, M. (2014). *Manual de Prácticas de Laboratorio, Curso de Edafología*. Quito, Ecuador: Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador.
- Fageria, N., & Baligar, V. (2008). Ameliorating soil acidity of tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. In D. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy* (pp. 345-399). London: Elsevier.
- Fassbender, H., & Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. San José, Costa Rica: IICA.

- Granda, D. (2005). *Plan de desarrollo estratégico participativo de la provincia de Orellana 2005-2015*. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/48658216/plan-de-desarrollo-participativo-provincial>.
- Guajala, A. (2016). Comunicación personal. MAGAP, Loreto.
- Kamprath, E. J. (1984a). Crop response to lime on soils in the tropics. In F. Adams (Ed.), *Soil acidity and liming* (pp. 349-368). Wisconsin, USA: ASA.
- Kamprath, E. J. (1984b). *Soil acidity and liming*.
- Osorno, H. (2012). *Mitos y realidades de las cales y enmiendas en Colombia*. (Trabajo de Grado), Universidad Nacional de Colombia, Colombia-Medellín.
- Osorno, H., & Osorno, L. (2010). Determinación de los requerimientos de cal. *Suelos Ecuatoriales*, 41(1), 29-35.
- Sánchez, D., Merlo, J., Haro, R., & Acosta, M. (2017). Soils from de Amazonia. In J. Espinosa, J. Moreno, & G. Bernal (Eds.), *Soils of Ecuador*. London, England: Springer.
- Sancho, H., & Molina, E. (2016). Efecto del Mg y pH en la reducción de la toxicidad de Al en plantas de banano cultivadas en solución hidropónica. *Siembra*, 3, 20-22.
- SIGTIERRAS. (2011). *Cartografía temática del Cantón Loreto*.
- Smyth, J. (2012). Soil acidity. In P. Ming Huang, Y. Li, & M. Sumner (Eds.), *Handbook of Soil Science. Resource management and environmental impacts* (2nd ed.). USA: CRC Press.
- Soil Survey Staff. (2006). *Keys to soil taxonomy*. Washington: USDA - NRCS.
- Sumner, M., & Pavan, M. (2005). *Alleviating soil acidity through organic matter management*.
- Vallejo, J. (2015). *Producción de maíz fortalece la economía del sector agrícola en Orellana*. Recuperado de: <http://www.elciudadano.gob.ec/la-produccion-de-maiz-fortalece-la-economia-del-sector-agricola-en-orellana/>.
- Vélez, M. (2015). *Efecto de la corrección de acidez y aplicación de herbicidas en la erradicación de la Llashipa (Pteridium arachnoideum)*. (Tesis de Ingeniero Agrónomo), Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Zapata, R. (2004). *La química de la acidez del suelo*. Bogotá, Bogota, Colombia: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- Zebrowski, C., & Sourdats, M. (1997). Los factores de la pedogénesis y los suelos en Ecuador. In A. Winckell, R. Marocco, T. Winter, C. Huttel, P. Pourrut, C. Zebrowski, & M. Sourdats (Eds.), *Los paisajes naturales del Ecuador* (Vol. Condiciones generales del medio natural). Quito, Ecuador: Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica (CEDIG) - IPGH (Sección Ecuador) - ORSTOM (Francia) - IGM.

Plan de promoción turística para el cantón San Lorenzo del Pailón, provincia de Esmeraldas

A tourism promotion plan for the canton San Lorenzo del Pailón, Esmeraldas province

Tatiana Lissette Chuquizala-Kohls¹, Bertha Cecilia Jaramillo-Moreno¹

✉ : bcjaramillo@uce.edu.ec

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

Resumen

El objetivo principal de la investigación fue diseñar un plan de promoción turística para el Cantón San Lorenzo del Pailón, Provincia de Esmeraldas, que favorezca una mayor afluencia de turistas y mejorar la calidad de vida de los pobladores. El Cantón posee una riqueza natural y cultural de significativa importancia, por ello, primero, se elaboraron las fichas de inventario de atractivos del Ministerio de Turismo, para identificar los lugares con mayor potencialidad para las actividades turísticas. Se evidenció que en el cantón se pueden realizar actividades turísticas, pero los pobladores no han sabido aprovechar los recursos que les ofrece la naturaleza, limitando que se posicione como un referente turístico, por esta razón se espera que, por medio de la promoción, este cantón se convierta en un icono turístico potencial.

Palabras clave: plan de promoción turística, atractivos turísticos, demanda turística, San Lorenzo del Pailón. Ecuador .

Abstract

The main objective of this research is to design a Tourism Promotion plan for San Lorenzo del Pailón County in Esmeraldas Province for increasing the volume of tourists and improving the quality of life of the local residents. The county holds significant natural and cultural wealth, and thus inventories were prepared regarding attractions specified by Ministry of Tourism in order to identify the locations with the greatest potential. Tourism activities are available, but the residents are not aware of how to take advantage of the resources that nature offers, and therefore the County has not been able to position itself as a point of reference for Tourism, and it is hoped that the promotion of the county will convert it into a potential tourism icon.

Keywords: tourism promotion plan, tourism attractions, tourist demand, , San Lorenzo del Pailón, Ecuador

1. Introducción

La promoción turística hace referencia a la difusión de un lugar como destino turístico, y toma mayor importancia porque incentiva la llegada de visitantes, los cuales generarán ingresos económicos y tiende a mejorar la calidad de vida de la población. Además, la promoción ayuda a que los turistas conozcan los recursos y servicios que posee un determinado lugar, es decir los productos turísticos que posee. En este sentido, el producto turístico es el “conjunto de prestaciones, materiales o inmateriales, que se ofrece al mercado con el propósito de satisfacer los deseos o las expectativas de los turistas” (Montaner Montejano, 1998: p. 287).

La oferta turística es el conjunto de productos turísticos y servicios que se ponen a disposición del usuario turístico en un destino determinado, para su disfrute y consumo (Sancho, 1998). A este conjunto es necesario añadirle un desarrollo adecuado de la promoción orientada hacia los potenciales consumidores. Boullón (1997) añade como característica de la oferta turística a la comercialización.

Para Acerenza (2005) definir a la promoción no es nada fácil, en virtud que es un término que frecuentemente se confunde con otras actividades del marketing que tienen funciones muy parecidas. Kotler (1974) estableció que la promoción comprende todos los instrumentos de la combinación persuasiva. Por ello, la promoción es utilizada para dar a conocer al consumidor los productos que ofertan por medio de publicidad agresiva, para que sus artículos puedan ser vendidos y consumidos. Lickorish & Jenkins (1997: p. 157) definen al “marketing” como un término relativamente reciente en el mundo contemporáneo de los grandes negocios, de las operaciones y de las altas tecnologías, donde la empresa orientada al marketing asegura de que este tenga implicaciones en sus actividades principales, desde la fabricación del producto hasta la venta del cliente.

Este trabajo tuvo como objetivo promover los atractivos turísticos del Cantón San Lorenzo del Pailón por medio de un plan de promoción basado en un diagnóstico de la oferta y demanda turística del lugar. La importancia de este trabajo radica en que el turismo es una industria a nivel mundial que se ha convertido en un motor en el desarrollo económico de los pueblos, por el valor agregado que da a las diferentes zonas donde se practica esta actividad. En este sentido, el Cantón San Lorenzo, ubicado al noroccidente de la Provincia de Esmeraldas, Ecuador,

posee un clima húmedo- tropical y cuenta con varios atractivos turísticos, llenos de encanto y belleza natural, que permite que propios y extraños disfruten de su biodiversidad (GAD San Lorenzo del Pailón, 2012), y que requieren ser promocionados. Además, mantiene características especiales, las cuales le permiten ser un potencial referente para atraer a turistas a conocer la tierra del sol y la lluvia, con sus manglares, ríos y playas.

En este cantón se encuentran hombre y mujeres luchadores, que se dedican a la pesca, recolección de concha y al comercio informal para llevar el sustento diario a sus familias. Es por ello que esta investigación se enfoca en la promoción de sus recursos, a través de la creación de material promocional para ayudar a la difusión de sus atractivos y dar a conocer la riqueza natural y cultural, de manera que se fomente el desarrollo de la actividad turística, brindando oportunidades al desarrollo socio económico de la población.

2. Historia y características del Cantón San Lorenzo del Pailón

Antes de describir brevemente la historia y características del cantón, y para una mayor comprensión se especifica que la distribución política-administrativa del Ecuador, está compuesta por 24 provincias (división territorial de primer nivel), cada una de éstas está compuesta por varios cantones que es una división territorial de segundo nivel (221 en total) y cada uno de éstos por parroquias, que es una división territorial de menor rango.

Según el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) de San Lorenzo (GAD San Lorenzo del Pailón, 2012), en la época de la colonia española, los territorios que comprenden el cantón fueron visitados por ilustres personajes como el Barón de Carondelet o José de Caldas, quien hizo un estudio de la flora existente y trazó un camino para comunicar a los pueblos del norte de Esmeraldas con la Sierra, dándole a esta última una salida al mar.

De acuerdo con la ley de división territorial de 1861, Esmeraldas toma la categoría de provincia con un solo cantón, y éste con seis parroquias. Esta misma Ley incorpora a San Lorenzo a la provincia de Imbabura, satisfaciendo así la aspiración de ésta de tener un puerto en la costa esmeraldeña. La administración de San Lorenzo del Pailón paso a la Provincia de Imbabura, pero por la falta de vías de

acceso a esta provincia, el Congreso Nacional le devolvió el cantón a Esmeraldas.

En 1869, los territorios del cantón fueron entregados a la compañía inglesa “Ecuador Land”, como pago de la deuda inglesa del país, lo que convirtió a la población local en colonos de sus tierras, privándolos de los derechos establecidos en la Constitución. Los ingleses eran los únicos que tenían acceso a las actividades económicas, por lo cual llegaron a tener su propia moneda, llamada pailón, situación que duró hasta el año de 1930, en que las tierras fueron devueltas al Ecuador.

Actualmente, se encuentra ubicado en la Provincia de Esmeraldas, siendo su cabecera cantonal San Lorenzo del Pailón (Figura 1). Limita al norte con la República de Colombia, al sur con el Cantón Eloy Alfaro, al este con la Provincia del Carchi y al Oeste con el Océano Pacífico. Está dividido políticamente en doce parroquias: Ancón de Sardinias, San Javier, Tululbí, Mataje, Tambillo, Calderón, Santa Rita, Urbina, Alto Tambo, Cinco de Junio, Concepción y Carondelet.

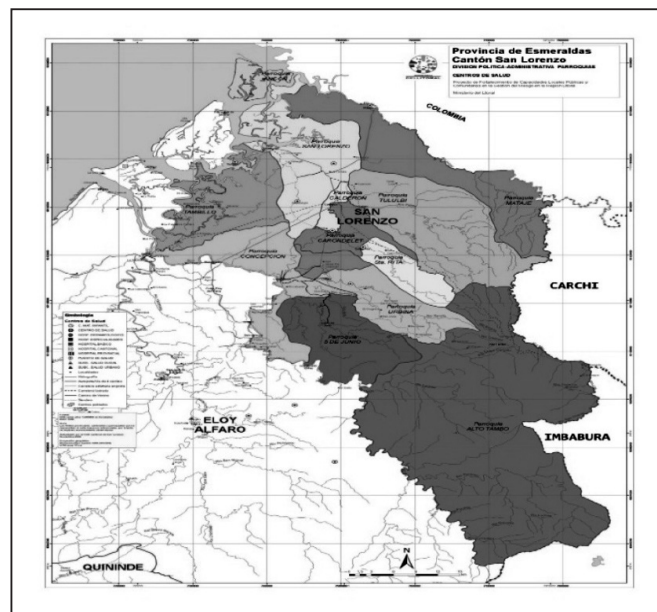


Figura 1: Ubicación Cantón San Lorenzo. Fuente: Gobierno Municipal del Cantón San Lorenzo

El cantón San Lorenzo del Pailón cubre un territorio aproximado de 3.067,98 km², posee un clima muy húmedo tropical, con una temperatura promedio de 25°C, y una pluviometría de 700 cc. Dentro de sus ecosistemas cuenta con manglares, guandales, playas, estuarios y lagunas, las que se encuentran dentro de la Reserva Ecológica Cayapas-Mataje (REMACAM). Asimismo, cuenta con seis ríos que cruzan por su territorio: Santiago, Tululbí, Bogotá, Cachaví, Mataje y Mira

La economía del Cantón se basa en la pesca artesanal, actividades extractivas de madera, el comercio y la extracción de productos del manglar (cangrejo, concha, etc.). Estas actividades son la

principal fuente de ingresos de la población, y permiten el sustento de las familias locales.

3. Metodología

Se realizó una investigación inductiva-deductiva. Se aplicaron diferentes técnicas de recolección de datos: encuestas, focus group y observación directa. El focus group, permitió obtener información de las opiniones y aptitudes de personas relacionadas con el desarrollo turístico del cantón: ingeniero en turismo, ingenieros ambientales, personal municipal, presidentes parroquiales, pobladores y hoteleros. A través de la observación directa se obtuvo información para elabo-

rar las diferentes fichas de inventario de los atractivos turísticos y la gastronomía que posee el cantón, de acuerdo con la metodología del Ministerio de Turismo del Ecuador. Finalmente, se aplicó una encuesta para obtener información sobre la oferta y la demanda turística del cantón, y el perfil del potencial visitante. La encuesta se aplicó a 384 turistas que visitan la Provincia de Esmeraldas, se ocupó la fórmula de población infinita debido a que no existe un registro de visitantes, e incluyó nueve preguntas cerradas de selección múltiple y dicotómicas. Concluida la etapa de recolección y procesamiento estadístico de los datos recolectados, se analizaron y sistematizaron los datos para fundamentar la propuesta del Plan de promoción turística.

Lorenzo del Pailón, y los medios promocionales y las estrategias adecuadas para realizar la promoción de los atractivos más relevantes que posee la zona. También se determinó el perfil del visitante.

Las personas encuestadas manifestaron en un 56% que es la primera vez que visitan los atractivos del Cantón, situación que pone de manifiesto la necesidad de incrementar el nivel de conocimiento del cantón. El principal motivo de visita al cantón es para visitar a familiares y amigos o por trabajo (Figura 2). Y, prefieren realizar los viajes acompañados de la familia, grupos de amigos y en pareja. Los turistas consideran que regresarían a visitar los atractivos que posee el cantón (83%).

4. Resultados y discusión

4.1. Estudio de mercado

A través del estudio de mercado se determinó la oferta y la demanda que posee el cantón San

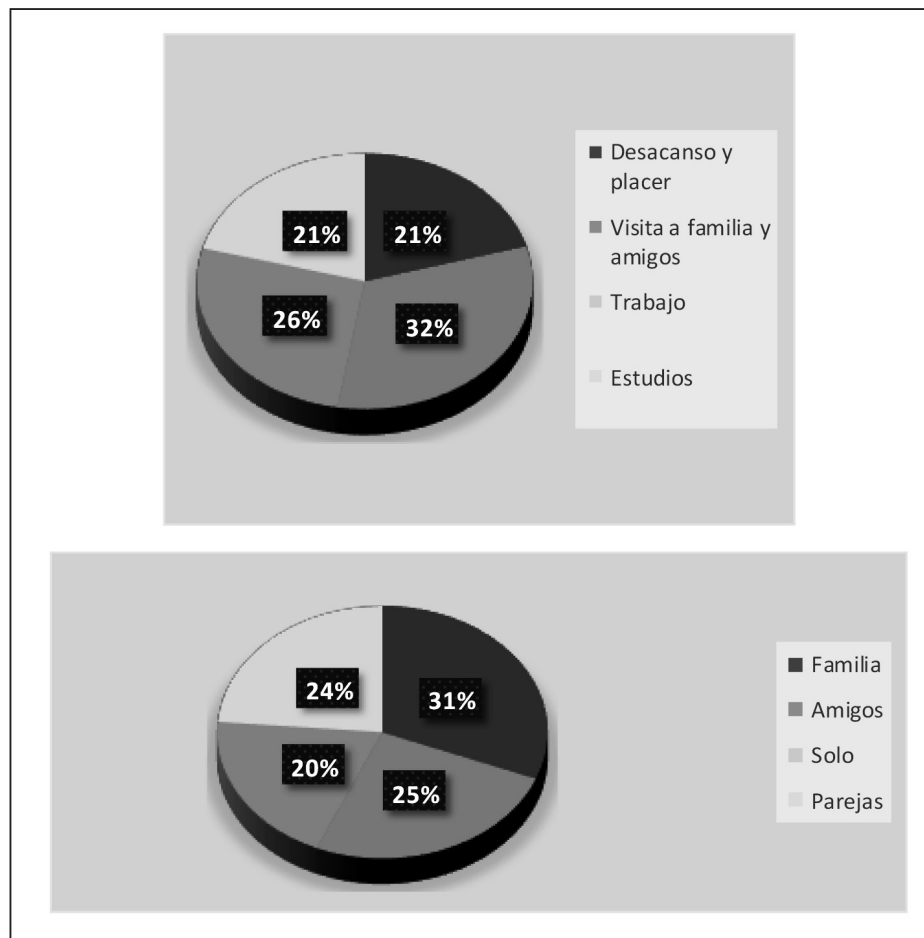


Figura 2. Comportamiento del turista

Todos los turistas concuerdan en que no existe material promocional, mostrando la necesidad e importancia de crear material publicitario con la finalidad de dotar al turista de la información necesaria para desarrollar diferentes prácticas turísticas. Se pudo evidenciar que los trípticos,

afiches e internet es el material más adecuado para la difusión de los atractivos (Figura 3). En su mayoría, los turistas encuestados han recibido una buena atención (Figura 3), pero se requiere cambiar estos datos a excelente, para así fomentar una mayor afluencia.

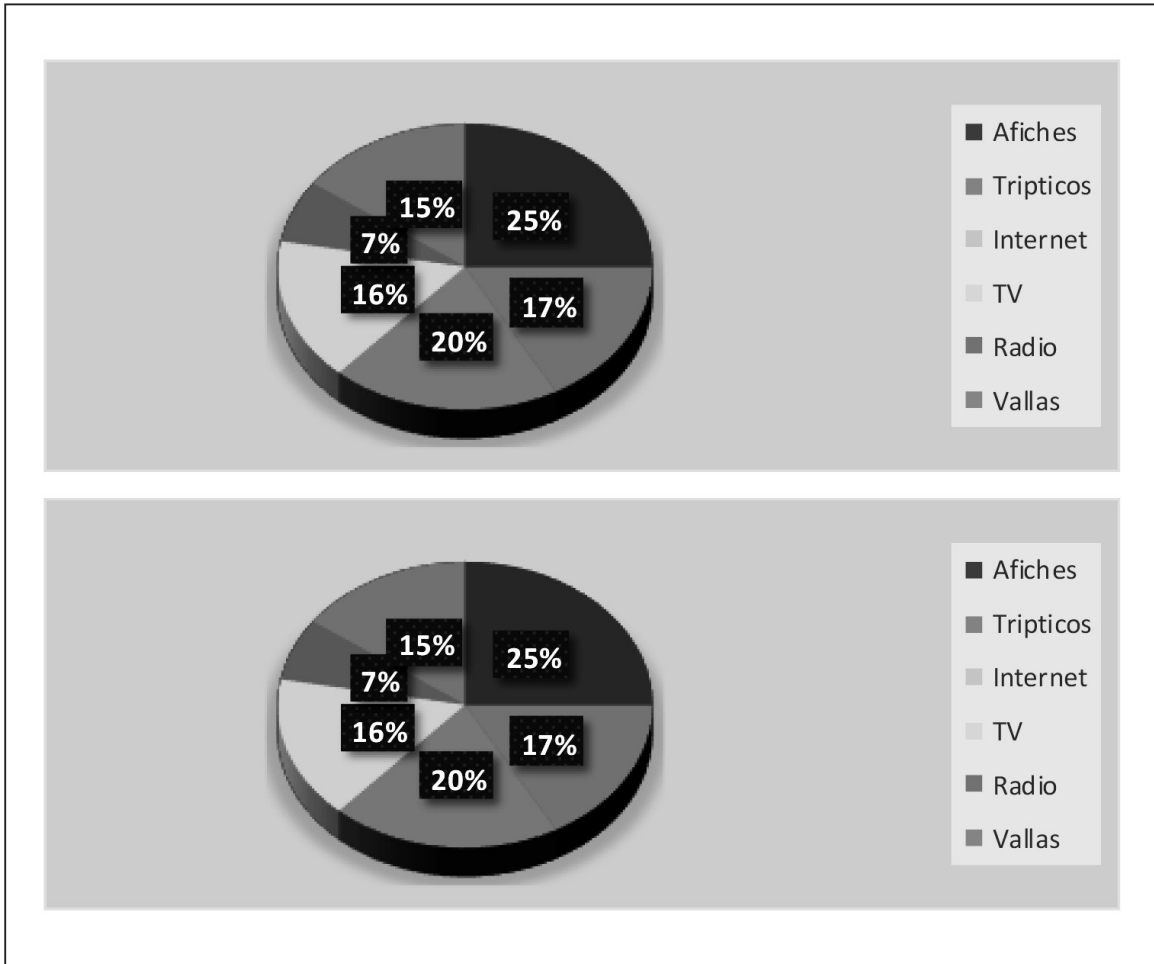


Figura 3: Material promocional y servicio

Los turistas han contado con la facilidad de la señalética para poder visitar los diferentes atractivos que posee el cantón (61%). Además, consideran que el cantón no cuenta con la suficiente infraestructura hotelera para el alojamiento (53%), lo que causa un bajo índice de hospedaje.

El segmento objeto para la promoción del cantón son personas de 20 a 40 años de edad, tanto nacionales como extranjeros, que prefieren viajar acompañados de familiares y amigos, en busca de descanso y placer, y de disfrute del aire libre.

4.2. Oferta Turística

Se identificaron los atractivos turísticos potenciales del cantón San Lorenzo del Pailón (Tabla 1), y de ellos se elaboraron las Fichas de Inventario de atractivos turísticos del Ministerio de Turismo, en las mismas que se detallan las especificaciones territoriales y climáticas; se detalla la diversidad de especies de flora y fauna; se especifica el estado de conservación del atractivo y su entorno; Vías de acceso, horarios de atención, entre otros.

Tabla 1. Atractivos turísticos del cantón San Lorenzo

Atractivos Naturales del Cantón San Lorenzo del Pailón
Se analizaron ocho atractivos naturales entre cascadas, bosques, reservas, etc., de los cuales siete se encuentran en la Jerarquía II y uno en Jerarquía III
Servicios Turísticos
Dentro de la Planta Hotelera se cuenta con 24 hoteles con capacidad adecuada para los visitantes registrados en el Ministerio de Turismo.
En el Cantón existen 20 restaurantes, de los cuales tan sólo tres se encuentran registrados, los demás no se encuentran en Catastro.
Vías de acceso
Vía Región Interandina San Lorenzo- Carchi- Ibarra
Vía Marginal del Pacífico Esmeraldas – San Lorenzo
Medios de transporte
8 cooperativas interprovinciales
2 cooperativas locales
Seguridad
La seguridad se encuentra conformada por: Policía Nacional, Armada Nacional, Voluntario Sociedad civil
Gastronomía
La gastronomía del Cantón cuenta con una diversidad propia de la zona como: Encocado de pescado, Encocado de Guanta, Bala Mixta, Encocado de raya, arroz con coco, Bebida Chocolate, Sopa de Raya, Agua Zurumba, Encocado de pescado salado, cada plato con sus ingredientes y características propios.

4.3. Propuesta de promoción y distribución turística

El Cantón San Lorenzo del Pailón ya posee una marca que lo identifica (“Tierra del sol y la Lluvia”), pero que en la actualidad no está siendo utilizada para los fines turísticos, por cual el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal autorizó la utilización de la marca para el desarrollo del proyecto de promoción turística del Cantón. A continuación, se presenta el material elaborado.

4.3.1. Tríptico y afiches

El tríptico fue diseñado por Ivette Chuquiza-la, diseñadora gráfica (Figura 4). En cada una de las tres partes, cuenta con información específica y clara de los diferentes atractivos que posee el Cantón San Lorenzo del Pailón, “Tierra del sol y la Lluvia”.

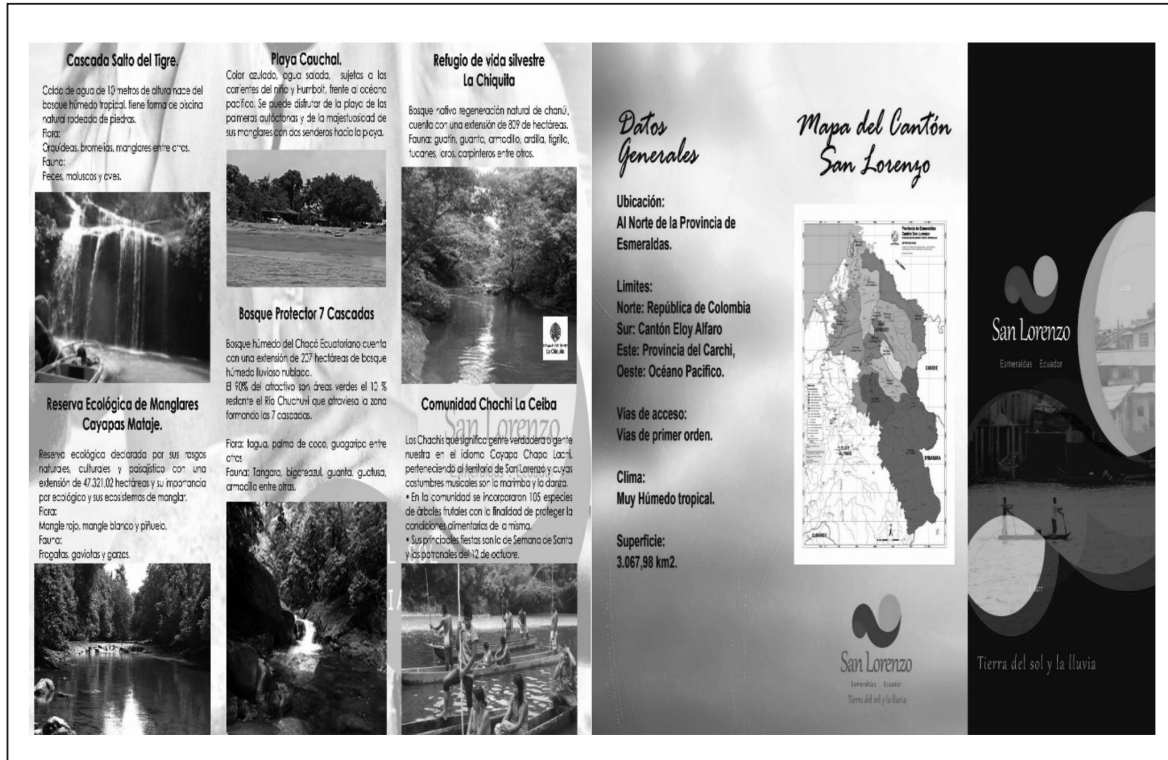


Figura 4: tríptico promocional del cantón

Las fotografías de los afiches fueron tomadas de los archivos del GAD Municipal del Cantón San Lorenzo del Pailón, quien los facilitó para su utilización con fines de promoción (Figura 5). El

diseño muestra la naturaleza y cultura que posee el Cantón, el afiche se lo deberá imprimir en un formato A3 para así obtener una mejor visualización de la imagen.



Figura 5. Afiches promocionales

4.3.2 Medios audiovisuales: Página Web y televisión

Se propuso para la página web de promoción turística del cantón que en su portada se incluyan los siguientes elementos: misión, visión; ubicación e historia; información de los atractivos naturales, culturales y gastronómicos; fotografías de los atractivos; servicios de hospedaje, alimentación y bebida;

contactos: números de teléfono y correo electrónico para información previa. Inicialmente, la página web contará con información en idioma español.

En la Figura 6 se muestra la propuesta de diseño de la portada de la página web del cantón San Lorenzo del Pailón. La fotografía fue tomada de los archivos del GAD Municipal.



Figura 6. Página promocional del cantón

Para difundir los atractivos turísticos del cantón se propone la elaboración de un comercial dirigido a los televidentes nacionales, el cual tendrá una duración de 30 segundos. El guion elaborado incluye:

- Despliegue de la marca con una toma del malecón y del parque.
- Ubicación geográfica
- Desglose de los diferentes atractivos, cada uno con una toma del lugar
- Al final saldrá el slogan con una frase que despierte la atención de los televidentes “visita la Tierra del sol y Lluvia”.

Se seleccionó como medio para la promoción inicial al canal estatal Ecuador TV, que transmite

a nivel nacional (en todas las provincias del país). En este medio el paquete tiene un precio de USD 2.020,86, la contratación del servicio incluye: transmisión bloque A de 10 spots diarios, horario 06H00 a 12H59; transmisión bloque B de 8 spots, horario 13H00 a 17H59 y, transmisión bloque C de 12 spots, horario 18H00 a 23H29.

4.3.3. Valla publicitaria

La valla publicitaria diseñada muestra la riqueza de la cultura del lugar (Figura 7), identificando su baile tradicional de Marimba y la alegría del pueblo afro. La fuente de la fotografía es la revista Vistazo. Las dimensiones de la valla son de 5x4 m, y se colocará en lugares estratégicos del cantón, en la entrada Lita – San Lorenzo y en la Y de Calderón, desvío a la Provincia de Esmeraldas.



Figura 7. Valla publicitaria

4.4. Estrategias de promoción turística

Según Kotler, las estrategias a utilizar son publicidad y promoción, entendiendo la publicidad como generar conciencia del producto entre los primeros adoptantes y distribuidores; y, promoción como usar una fuerte promoción de ventas para estimular las pruebas. Actualmente las estrategias planteadas, dentro del ciclo de vida del producto según Kottler

(introducción, crecimiento, madurez y declinación) se encuentran en introducción, que es cuando se lanza un nuevo producto al mercado. Las estrategias de promoción turística recogidas en la Tabla 2 cumplen con las estrategias antes mencionadas. El financiamiento del proyecto lo realizará el GAD Municipal del Cantón San Lorenzo del Pailón y será puesto en marcha a partir de septiembre del 2017.

Tabla 2. Estrategias de promoción turística propuestas y presupuesto

Estrategia	Actividad	Meta	Medio verificador	Presupuesto (US \$)
Impresión de trípticos	Mostrar los atractivos a los turistas	Mostrar la informar los diferentes atractivos del Cantón.	4.000 trípticos impresos	400.00
Impresión de afiche	Dar a conocer a los turistas	Posicionar la Marca	4.000 afiches impresos	640.00
Mantenimiento de la página y hosting	Mostrar una página interactiva a los turistas nacionales y extranjeros.	Atraer turistas Nacionales y Extranjeros.	Ing. En Sistemas 1 página Ecuahosting – 1 vez al año	1100.00
Televisión (realizar un comercial)	Se lo realizará por medio de un comercial hacia los televidentes Nacionales.	Mostrar y motivar al televidente que visite al Cantón.	Spots publicitario Ecuador TV. 10 spots diarios en la franja A. 8 spots diarios en la franja AA 12 spots diarios en la franja AAA.	2020.86

Impresión y colocación de la valla	Se mostrará la marca por medio de un diseño Plasmado en una lona de 5x4 a los públicos de tránsito.	Posicionamiento de la marca	1 valla colocada en el Ingreso del Cantón	500.00
Colocar estructura para la Valla	Se colocará la estructura en lugares estratégicos para una buena visualización	Posicionamiento de la marca	Induvallas (Quito) 1 estructura	18000.00
Realizar Capacitaciones	Se capacitará a todos los involucrados en la actividad turística.	Mejorar la prestación de servicios hacia los turistas.	Expositores 1 vez al año	600.00
			Total	23260.86

5. Conclusiones

Fue posible identificar ocho atractivos potenciales, tanto naturales como culturales, mediante la elaboración del inventario turístico y su jerarquización. Entre los principales se encuentran: cascada El Salto del Tigre, Reserva Ecológica Cayapas Mataje, playa de Cauchal y la comunidad Chachi la Ceiba.

Mediante la encuesta realizada se logró identificar la necesidad de crear material promocional

para contribuir con el desarrollo turístico y socio económico del Cantón. Las estrategias de promoción realizadas incluyeron: trípticos, afiches, página web, comercial de televisión, vallas publicitarias y capacitaciones.

El segmento objeto se lo determinó que son hombres y mujeres de 20 a 40 años de edad, turistas nacionales y extranjeros que prefieren viajar acompañado de familiares y amigos, en busca de descanso y placer y Disfrutar del aire libre.

Referencias

- Acerenza, M. A. (2005). *Promoción Turística un enfoque metodológico*. En: Acerenza, M. A.(ed.), *Promoción Turística un enfoque metodológico*. Madrid, España: Trillas.
- Boullón, R. (1997). *Planificación del Espacio Turístico*. México, Trillas.
- GAD San Lorenzo del Pailón. (2012). *Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón San Lorenzo del Pailón*. Esmeraldas, Ecuador.
- Kotler, P. (1974). *Dirección de mercadotecnia*. (2ª ed.). México, D.F.: Editorial Diana.
- Lickorish, L. J. & Jenkins, C. L. (1997). *Una introducción al turismo*. Madrid, España: Síntesis.
- Montaner Montejano, J. A. (1998). *Diccionario de Turismo*. Madrid, España: Síntesis.
- Sancho, A. (1998) *Introducción al Turismo*. Madrid, España: OMT.

Evaluación de impacto del turismo bajo la metodología de límites de cambios aceptables: Área de conservación Mashpi – Guaycuyacu – Saguangal

Assessment of tourism impact based on the methodology of acceptable change limit: Conservation area Mashpi-Guaycuyacu-Saguangal

Danny Fernando Chiriboga Barba¹, Deicy Magaly Patiño Cabrera², Anibal Gonzalo Fuentes Moreno³, Fabián Camilo Tapia Novillo³

✉ : mathtuning7@hotmail.com

*1 Universidad de las Fuerzas armadas ESPE. Campus Universitario, Departamento de Ciencias Económicas.
Av. Gral. Rumiñahui s/n. Sangolquí, Ecuador. mathtuning7@hotmail.com*

2 Consultora en Gastronomía y Turismo .

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

Resumen

Este artículo tiene como objetivo evaluar los impactos del turismo, bajo la metodología de límites de cambios aceptables, en el área de conservación Mashpi – Guaycuyacu – Saguangal. Se utilizaron métodos de campo, así como análisis de fuentes primarias y secundarias. En términos históricos el área de conservación tiene un ecosistema diverso, muy apreciado por los turistas quienes dejan ingresos para los pobladores locales, pero que por otro lado, tienen impacto sobre el entorno que han sido solucionados con la metodología de límites de cambios aceptables, la cual ha sido seleccionada previo análisis de otros sistemas de monitoreo como: Presión – Estado - Respuesta, Manejo del Impacto del Visitante, Sistema de Manejo de Visitantes, Experiencia de Visitantes y Protección de Recursos. Como resultado, se logró seleccionar y caracterizar los sitios de visita, se identificó los indicadores de impacto, se determinó los métodos de medición de los indicadores, se establecieron límites de cambio aceptables y la evaluación del sitio, se definió estrategias de manejo, y por último el seguimiento y monitoreo.

Palabras clave: ecoturismo, medición, monitoreo, sostenible, conservación.

Abstract

This article was aimed at evaluating the impacts tourism activities, under the methodology of acceptable change limit, in the area of conservation Mashpi - Guaycuyacu - Saguangal. We used field research methods, as well as analysis of primary and secondary sources. In historical terms, the area of conservation has a diverse ecosystem, which is appreciated by the visitors who provide income for the local population, but who on the other hand, had an impact on the environment. These have been solved by the methodology of acceptable change limit which has been selected, previous an analysis of other monitoring systems such as pressure- state-response, visitor impact management, Tourism Management System, and Visitor Experience and Resources Protection. As result of this research work, we were able to characterize the sites of visit, to identify the indicators of impact, to determine the measurement methods of the indicators, to establish acceptable change limit, to evaluate the site, to define strategies of management, and to follow-up and monitor the process.

Keywords: ecotourism, measurement, monitoring, sustainable, conservation.

1. Introducción

El Ecuador tiene un territorio rico en recursos naturales que no siempre han sido cuidados de forma adecuada por el desconocimiento en la prevención de impactos ambientales por consecuencia del turismo, motivo por el cual en esta investigación se han analizado diferentes sistemas de interpretación ambiental en busca de evaluar los Impactos del turismo, bajo una metodología que se adapte al área de conservación Mashpi – Guaycuyacu – Saguangal facilitando su uso sostenible.

Este estudio busca proteger y mejorar la actividad turística y ambiental del sector por medio de un sistema de monitoreo que proponga mecanismo de prevención y remediación. En este sentido se ha hecho un análisis de cinco sistemas, los cuales son descritos a continuación:

Presión – Estado - Respuesta (PER) fue creado en 1993 por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE) y aceptado por muchos organismos dedicados al cuidado ambiental. Este sistema indica que las actividades humanas ejercen presión sobre el entorno, tales como emisiones contaminantes o cambios en el uso de la tierra, las cuales pueden inducir cambios en el estado del ambiente como variaciones en los niveles de contaminación, diversidad de hábitat, flujos de agua, entre otros. Ante estas alteraciones la sociedad responde por medio de políticas económicas, ambientales y programas oportunos para prevenir, reducir o mitigar presiones y daños al entorno natural. Para entender lo que es una presión, estado, respuesta es importante analizar sus componentes, los cuáles son descritos por García (2000); la respuesta tiene mucho que ver con las políticas, planes, programas y proyectos que la sociedad genera frente a las presiones que puedan estar ejerciendo sobre el ambiente, con el propósito de mejorar el estado del mismo.

Este método fue utilizado como referencia por la Organización Mundial del Turismo en Madrid, en junio del 2004 para publicar un documento con el tema: Creando Estructuras para la Investigación y la Educación en Política Turística y Gestión de Destinos, bajo la dirección de Fernando Vera y Josep Ivars de la Escuela Oficial de Turismo en la Universidad de Alicante. Según *Pandia* (2016) el enfoque PER (Presión – Estado - Respuesta) estudia la parte ambiental de un

determinado lugar que puede aportar al desarrollo sostenible de sus pobladores, y tiene como objetivo analizar los principales indicadores; con la meta de solucionar problemáticas que se puedan estar dando, es importante mencionar que este enfoque prioriza los problemas medulares, con el fin de proteger el entorno.

Otra metodología es Límites de Cambios Aceptables (LAC) creada en 1985 por el servicio forestal de los Estados Unidos. En 1987 la aplicaron por primera vez dentro del plan forestal del complejo de Wilderness en Michigan, para tratar problemas relacionados con el ingreso descontrolado de personas que llegaban por recreación. Este modelo analiza varios indicadores que permiten conocer la realidad del sector de forma ordenada, además utiliza estrategias para minimizar y restaurar las condiciones en los entornos sociales y ecológicos. La aplicación de LAC (Límites de Cambios Aceptables) tiene varios beneficios, pero necesita mucho compromiso ya que trabajar en lugares extensos con varios tipos de flora y fauna, acompañados de las acciones negativas de turistas y pobladores puede ocasionar que se tomen decisiones erradas si no hay de por medio un buen análisis de investigación.

Otro sistema novedoso es el Manejo del Impacto del Visitante (VIM), creado por el Servicio de Parques Nacionales de los Estados Unidos, el cual se caracteriza por poner énfasis en las condiciones de los ecosistemas y factores que pueden causar impactos. Este método tiene características comunes a los otros sistemas de monitoreo, ya que busca identificar a tiempo los impactos turísticos, ayuda a plantear estrategias que mejoren las situaciones, pero al igual que los otros sistemas también tiene sus limitaciones por la falta de profundidad en el análisis de las problemáticas, al respecto la Comisión Centroamericana de Desarrollo y Ambiente (2005) menciona que el manejo del impacto del visitante, se basa en 3 puntos importantes que son: condiciones problemáticas, factores causales y estrategias potenciales de gestión las cuales están inmersas en el análisis de conflictos que abordan 8 etapas que se encuentran organizadas de forma sistemática y en donde se inicia con un estudio de base de datos, se revisan y analizan los objetivos de manejo, se selecciona los indicadores clave, se seleccionan testigos para cada indicador de impacto, se comparan los testigos, se detectan causas probables, se determinan estrategias de

manejo y por último se la aplica. VIM (Manejo del impacto del visitante) también se caracteriza por no hacer uso del espectro de oportunidades de recreación a pesar de que si lo puede realizar.

Otra metodología relevante es el sistema de manejo del visitante (SIMAVIS) que integra herramientas de manejo de visitantes en lugares en donde se realizan actividades relacionadas con el ecoturismo. Al respecto Araujo (2013) menciona que SIMAVIS (Sistema de manejo del visitante) es una herramienta útil, que utiliza varios instrumentos en busca de gestionar el aprovechamiento adecuado del turismo, sin dejar de lado las acciones necesarias para manejar los impactos dejados por las visitas. El Sistema de Manejo de Visitante es muy útil dentro de las Áreas Protegidas siempre que se lo desarrolle de forma clara y con criterio, profundizando en las acciones dañinas que puedan producir efectos negativos en el sitio a corto, mediano y largo plazo.

Por último el sistema de experiencias de visitante y protección de recursos (VERP) es un proceso que fue diseñado por United States National Park Service (USNPS), y tiene características similares a la Capacidad de Carga, se preocupa de que todos los recursos sean protegidos y que las prácticas realizadas por los visitantes sean placenteras. Es importante mencionar que VERP (Visitante y protección de recursos) busca la protección del lugar no solo en el presente sino también en el futuro, este proceso precautela de forma técnica los recursos y ayuda en la planificación de actividades amigables con la naturaleza y los visitantes. Su fortaleza está basada en la flexibilidad que esta tiene ya que se la puede adecuar de forma rápida con un constante monitoreo de cada uno de los indicadores analizados. Como debilidad se puede indicar que no existe mayor información sobre la aplicación del visitante y protección de recursos (VERP) en parques nacionales, solo se han mencionado algunos datos que no han permitido profundizar su estudio ni el tiempo que demora su aplicación, y los resultados que se pueden obtener.

Cada modelo ha sido manejado por expertos en zonas extensas y con tendencias turísticas muy importantes.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de Estudio

Esta investigación se realizó en el sector de Mashpi, Guaycuyacu, Saguangal lugar que se en-

cuentra ubicada al noroccidente de la Capital de Quito a 120 Kilómetros de la zona urbana, según la resolución administrativa No. 078-DGAF-MFAL-2014, de Quito Turismo, cuenta con 17.156 hectáreas que según el diagnóstico biológico y socio ambiental del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) 761 hectáreas fueron declaradas bosque protector en el año 2003, ecológicamente pertenece al bosque siempre verde pie montano en la estribación occidental de los Andes, actualmente está localizada en la parroquia de Pacto dentro del distrito Metropolitano de Quito.

El Área Natural Protegida (ANP) Mashpi, Guaycuyacu, Saguangal tiene condiciones ambientales importantes que ofrecen a los pobladores una serie de recursos naturales; que necesitan ser encaminados hacia la actividad turística por lo que la comunidad gestionó por dos años que se declare a las Micro cuencas de los ríos Mashpi, Guaycuyacu, Saguangal como área protegida lográndose este objetivo el 22 de Junio de 2011 con la ordenanza 88 y pasando a ser parte del Sistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas (SMANP), con el mérito de ser la primera que forma parte del Distrito Metropolitano de Quito.

Los pobladores se dedican a la agricultura, pesca, ganadería y a las actividades de ecoturismo en donde han implementado actividades como la observación de ecosistemas, observación de flora y fauna, observación de fenómenos y atractivos especiales de la naturaleza, senderismo interpretativo, entre otros.

2.2. Metodología

El estudio consistió en implementar el monitoreo de impactos ambientales bajo la metodología de límites de cambios aceptables (LAC), para lo cual se realizaron 12 visitas al sector de Mashpi, Guaycuyacu, Saguangal que consta de las siguientes comunidades San José de Mashpi, Guayabillas, Santa Rosa, Saguangal, El Castillo, Anope, La Unión, La Esperanza.

La exploración de campo realizada permitió levantar información del sector por medio de mediciones en los senderos, identificación del manejo de la basura, análisis de los sitios destinados a los servicios turísticos, entre otros.

3. Resultados y discusión

3.1. Identificación de plan de monitoreo

Después de hacer un análisis de varios sistemas de monitoreo se ha determinado que Límites de Cambios Aceptables (LAC) permitió obtener información precisa para evaluar y monitorear los impactos.

La flexibilidad de esta metodología y su capacidad para incorporar los juicios de valor de una amplia variedad de interesados, hace de él un método eficaz para la medición de los impactos y la elaboración de estrategias de monitoreo con objeto de superar o prevenir la degradación de una gran variedad de sistemas naturales, sociales y culturales. Más importante aún, incorpora los objetivos de la zona protegida al régimen de vigilancia (Medina, 2008, pág. 11).

3.2. Principales características de Límites de Cambios Aceptables.

- Es participativa.
- Tolera los cambios.
- Fija límites de cambio.
- Considera la variabilidad en los impactos.
- Permite el cambio de comportamiento de los visitantes.
- Caracteriza el uso de cada sitio.
- Reconoce la diversidad de recursos.
- Se concentra en estrategias de Monitoreo.

3.3. Estructura de LAC

El esquema fue propuesto por Stankey, Hendee y Leonard (1985), y consta de 9 pasos resumidos en cinco escenarios:

- condiciones aceptables,

- relaciones,
- acciones de manejo,
- monitoreo y evaluación

3.4. Estructura de la Metodología

La estructura ha sido resumida en siete pasos por la Asociación Ecuatoriana de Turismo Sostenible (AETS) en el año 2009, sin embargo en la investigación realizada se ha propuesto seis pasos por la fusión de límites de cambios aceptables y la evaluación de la situación actual.

1. Selección y caracterización de los sitios de visita
2. Identificación de los indicadores de impacto
3. Determinación de métodos de medición de los indicadores
4. Definición de estándares o límites de cambio aceptables y evaluación de la situación actual
5. Definir estrategias de manejo, y
6. Seguimiento y monitoreo

3.4.1. Desarrollo de la estructura metodológica propuesta

En relación con la selección y caracterización del sitio de visita, el área de conservación Mashpi – Guaycuyacu – Saguangal se encuentra ubicada en una zona natural muy extensa, por lo que se decidió hacer el estudio en un sector más pequeño y con mayor afluencia turística como es el caso de San José de Mashpi (Tabla 1). Esta segmentación territorial ha permitido identificar problemáticas y preocupaciones que pueden ser solucionadas o evitadas.

Tabla 1. Descripción general del sitio de visita

Datos generales	
Nombre del área de estudio	San José de Mashpi
Categoría	Forma parte del área de conservación Mashpi – Guaycuyacu – Saguangal
Superficie del área de estudio	46,96 hectáreas.
Nombre del área a evaluar	San José de Mashpi
Ubicación	
Provincia	Pichincha
Cantón	Quito
Parroquia	Pacto
Comunidad	San José de Mashpi
Altitud	500 a 1.800 m s.n.m.
Centros poblados más cercanos	
Población más cercana	Guayabillas
Distancia en km	4 km
Tiempo en horas	8 minutos
Población más cercana	La Delicia
Distancia en km	5 km
Tiempo en horas	10 minutos
Accesibilidad	
Tipo de acceso	Terrestre
Tipo de transporte	Vehicular
Temporalidad para el acceso	Todos los meses del año

La zona de estudio ofrece las actividades recogidas en la Tabla 2, mientras que la identifica-

ción de los indicadores de impacto se presenta en la Tabla 3.

Tabla 2. Actividades

Actividad	Descripción
Caminatas	Las caminatas se realizan en senderos que han sido identificados de acuerdo a los tramos recorridos con frecuencia por los turistas y son: Mashpi – Bosque nublado con 5 km de extensión; ruta río Mashpi grande con 4 km de extensión; ruta río Malimpia Chico 6 km; ruta cascada río Malimpia Chico con 7.5 km de extensión; ruta cascada río Chirapi con 8 km de extensión; ruta poza río Mashpi Grande con 7,5 km de extensión.
Bicicletas	Ruta Pacto – Mashpi con 39 km de extensión.
Campismo	Sitios específicos en el bosque nublado, río Mashpi Grande
Observación de Aves	En todas las rutas.

Tabla 3. Indicadores de impacto

Actividad	Indicadores de impacto
Caminatas	Amplitud de senderos Erosión del suelo. Basura.
Bicicletas	Creación de senderos alternativos. Erosión. Falta de un reglamento
Campismo	Falta de reglamento Áreas de camping improvisadas. Fogatas en sitios no autorizados Grafitis
Observación de Aves	Alteración del hábitat. Perturbación a las aves.

En relación con los métodos de medición de los indicadores, el área de estudio ha sido analizada y se ha llegado a determinar los indicadores de la Tabla

4, en tanto que la definición de Límites de Cambios Aceptables y evaluación de la situación actual se presentan en la Tabla 5.

Tabla 4. Indicadores y Métodos

Indicador ambiental (biofísicos)	Método de medición
Amplitud de senderos. Basura Fogatas	Detección por observación. Detección por observación y recolección de basura. Observación directa, detección y registro. Periodicidad cada 3 meses
Erosión del suelo.	Observación directa, detección y registro. Periodicidad cada 6 meses
Indicador experiencial (visitantes)	Método de medición
Poca afluencia de turistas Falta de capacitación de los pobladores en Turismo, Hotelería y Gastronomía Turistas sin una normativa de cuidado ambiental. Mínimo retorno del visitante al sector	Consulta a pobladores. Plan de Capacitación. Normativa de cuidado ambiental Consulta a los pobladores.
Indicador económico	Método de medición
Malos accesos a la comunidad. Pocos negocios dedicados al turismo en la comunidad. La mayoría se dedica a la agricultura y ganadería.	Observación directa Observación directa. Cuento de plazas de trabajo.
Indicador de manejo (infraestructura)	Método de medición
Cantidad de infraestructura turística Cantidad de guías de turismo. Servicios de primera necesidad. Mantenimiento	Observación directa. Detección por observación. Detección por observación. Observación directa.

Fuente: Chiriboga (2016).

Tabla 5. Evaluación de la situación actual y LAC

Indicador	Problema	Límite de cambio aceptable
Indicador ambiental (biofísicos)		
Amplitud de senderos.	Aumento del ancho del sendero	El sendero después de medido solo tiene que aumentar un 15% para causar el menor impacto posible es por eso que es necesario hacer mediciones constantes.
Basura	2 fundas industriales a la semana	Reducción de la basura, en un 50%
Fogatas	8 fogatas en áreas no autorizadas	1 fogata solo cuando haya turistas, es permitido un 12,5 %
Erosión del suelo.	Terreno erosionado	Controlar que no sobrepase el 10% de la franja de suelo.
Indicador experiencial (visitantes)		
Poca afluencia de turistas	4 grupos de turistas nacionales y 2 internacionales que visitan el poblado en el mes.	Aumentar el número de turistas un 75% con publicidad en Agencias de viajes y organismos dedicados a la actividad turística.
Falta de capacitación de los pobladores en Turismo, Hotelería y Gastronomía	Insatisfacción del turista.	Aumentar el grado de satisfacción en un 90% con una atención adecuada.
Turistas sin una normativa de cuidado ambiental	Destrucción y contaminación de los ecosistemas	Mantener la protección del ecosistema en un 90%.
Mínimo retorno del visitante al sector	Desconocimiento de turistas que retornan	Se espera que exista un retorno de turistas del 25%
Indicador Económico		
Malos accesos a la comunidad.	Caminos lastrados, empedrados.	Se espera que con las inversiones del gobierno y la autogestión de los habitantes se mejore en un 45% los ingresos.
Pocos negocios dedicados al turismo en la comunidad.	Hay 3 tiendas, 2 lugares de hospedaje y 3 restaurantes	Con el mejoramiento del turismo se presume que el incremento de nuevos negocios se de en un 60%
La mayoría se dedica a la agricultura y ganadería	Pocas personas que trabajan en turismo.	Al mejorar los negocios se espera un aumento del 45% de empleados.
Indicador de Manejo (Infraestructura)		
Limitada infraestructura turística	3 construcciones con posibilidades de ofrecer un servicio turístico	Incremento del 50% de negocios hoteleros y restaurantes al igual que la infraestructura turística.
Guías de turismo empíricos.	No son capacitados	Hay guías que son nativos pero necesitan ser capacitados por lo que se busca que la capacitación llegue a un 20% de participantes.
No todos tienen acceso a servicios de primera necesidad.	No hay internet y el agua y teléfono es limitado	No todas las personas tiene adecuados servicios básicos en especial el teléfono por lo que se espera que exista una mejora del 65%.
No se hace mantenimiento	No se planifica mantenimiento de senderos ni mingas para recoger desperdicios.	Se busca que exista un adecuado mantenimiento del entorno que aumente al 40%

Las estrategias desarrolladas se presentan en la Matriz de Límites de Cambios Aceptables (Tabla 6).

Indicadores	Estandares	% / frecuencia	Método	Estrategias	Responsables
Ambientales					
Amplitud de senderos	Aumento del ancho del sendero	15% medición semestral	Se medirá el ancho de los senderos y se dejara estacas en los extremos para dar un seguimiento a las modificaciones que se pudieran dar ya sea por caminatas o utilización de la bicicleta.	Sembrar plantas nativas e identificar el tramo afectado para darle un mantenimiento de recuperación	Guías locales y la comunidad
Basura	Aumento de basura	50% Disminución mensual	Disminuir la basura colocando basureros para residuos orgánicos e inorgánicos en lugares estratégicos y concienciar en los turistas la importancia de no arrojar basura.	Reciclar la basura utilizando contenedores adecuados y sugerir a los visitantes que eviten arrojar desperdicios	Todos los involucrados con el sector
Fogatas	8 fogatas en áreas no autorizadas	12.5% Control diario	Seleccionar zonas seguras para esta actividad con una normativa de seguridad	Mejorar fogones en sitios autorizados	Comunidad, guías de turismo del sector y turistas
Erosión del suelo	Terreno Erosionado	10% Control anual	Con la utilización de estacas se tomaran mediciones mensuales	Colocar cobertura vegetal en los suelos y utilizar cortavientos con plantas nativas	Comunidad, y guías de turismo del sector
Indicador de experiencia (visitantes)					
Poca afluencia de turistas	4 grupos de turistas nacionales y 2 internacionales que visitan el poblado en el mes	75% socialización trimestral	Socializar en las agencias de viajes las virtudes de este lugar.	Promover los beneficios del sector	Comunidad, y guías de turismo del sector y agencias de viajes
Falta de capacitación de los pobladores en Turismo, Hotelería y Gastronomía	Insatisfacción del turista	90% Capacitación semestral	Ofrecer un servicio adecuado para aumentar el nivel de satisfacción del turista	Capacitación constante	Representantes de la comunidad, y guías de turismo del sector
Turistas sin una normativa de cuidado ambiental	Destrucción y contaminación de los ecosistemas	90% Control constante	Diseñar una normativa para regular las actividades turísticas y socializarlas con los turistas y la comunidad.	Monitorear constantemente que se cumpla la normativa	Representantes de la comunidad, guías de turismo del sector y turistas

Mínimo retorno del visitante al sector	Desconocimiento de turistas que retornan	25% Análisis anual	Base estadística de los turistas que regresan y el motivo de su visita evidenciado en la matriz de satisfacción del visitante.	Recompensar e incentivar su frecuencia	Representantes de la comunidad
Indicador económico					
Malos accesos a la comunidad	Caminos lastrados, empedrados, sin señalización	45% Constatación Anual	Mejorar los accesos con apoyo del Gobierno y del Municipio del D. M. de Quito para dinamizar la economía del sector.	Gestionar el mejoramiento de carreteras	Representantes de la comunidad
Pocos Negocios Dedicados al turismo en la comunidad	Hay 3 tiendas, 2 lugares de hospedaje y 3 restaurantes	60% Seguimiento semestral	Análisis del incremento de los negocios y el beneficio económico de la comunidad	Incentivar la creación de negocios para mejorar sus ingresos	Dirigentes de la comunidad
La mayoría se dedica a la agricultura y ganadería	Pocas personas que trabajan en turismo	45% Capacitación anual	Monitoreo del mejoramiento laboral de los habitantes en el campo turístico	Capacitaciones constantes	Dirigentes de la comunidad
Indicador de manejo (infraestructura)					
Limitada infraestructura turística	3 construcciones con posibilidades de ofrecer un servicio turístico	50% Análisis anual	Identificar los lugares que ofrecen servicios turísticos	Contar con un plan de ordenamiento turístico	Todos los involucrados en el desarrollo de la infraestructura turística
Guías de turismo empíricos	No son capacitados	20% Capacitación semestral	Registrar a guías de planta y guías de apoyo	Capacitar constantemente a los guías.	Dirigentes de la comunidad
No todos tienen acceso a servicios de primera necesidad	No hay internet y el agua y teléfono es limitado	65% Verificación anual	Gestionar la mejora de los servicios de primera necesidad	Gestionar ante las autoridades los servicios de primera necesidad para la comunidad	Dirigentes de la comunidad
No se hace mantenimiento	No se planifica mantenimiento de senderos ni mingas para recoger desperdicios	40% Mantenimiento semestral	Planificación del mantenimiento que se debe dar.	Planificar el mantenimiento de senderos, canales, baños, señalética, entre otros	Dirigentes de la comunidad

3.4.2. Seguimiento y monitoreo

También se ha tomado de referencia lo que dice la Asociación Ecuatoriana de Turismo Sostenible (2009).

- Medición inicial de prueba de todos los indicadores
- Ajustes de métodos e indicadores
- Aprobación del método. Mantener procedimiento de medida y periodicidad
- Establecer una base de datos como referencia para un futuro monitoreo
- Monitorear la aplicación de medidas adoptadas y cambios en los indicadores
- Evaluar resultados obtenidos
- Realizar ajustes y proponer nuevos indicadores, de ser necesario

Para alcanzar los resultados de esta investigación se hizo una evaluación de los impactos del turismo bajo la metodología de límites de cambios aceptables con apoyo de la comunidad y tomando como referencia las experiencias de aplicar este método en

otros Parques Nacionales del Ecuador. Las estrategias propuestas están dirigidas a la parte ambiental, experiencial, económica y de manejo, son prácticas, motivan el cambio e involucran a todos los actores.

4. Conclusiones

La recopilación de información en fuentes veraces ha permitido obtener bases teóricas importantes que han aportado en la estructura y fortalecimiento del tema de estudio. La principal temática analizada es sobre los sistemas de monitoreo, su aplicación, historia, funcionalidad, facilidad, vigencia, entre otros.

Los autores de esta investigación están de acuerdo con la aplicación de Límites de Cambios Aceptable, ya que consideran que es un sistema que permite obtener buenos resultados porque involucra una serie de indicadores que plasman la realidad en que se desarrolla el territorio y permite realizar correctivos. Esta investigación busca involucrar a los pobladores de las comunidades ubicadas en el área de Mashpi – Guaycuyacu – Saguangal en la actividad turística, con responsabilidad y en beneficio de sus recursos turísticos los cuales tienen que ser aprovechados adecuadamente.

Referencias

- Araujo E, I. J. (2013). *SIMAVIS: Resultados del monitoreo de algunos indicadores en los sitios de Puerto Ayora*.
- Asociación Ecuatoriana de Turismo Sostenible. (2009). *Simplificación a siete pasos*. Quito, Ecuador: Asociación Ecuatoriana de Turismo Sostenible.
- Chiriboga, D. (2016). *Diseño de un sistema de monitoreo para el área de conservación Mashpi - Guaycuyacu - Saguangal para facilitar su uso sustentable*. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Comisión Centroamericana de Desarrollo y Ambiente. (2005). *Elaboración de programas de uso público en Áreas protegidas de la región del Sistema Arrecifal Mesoamericano*. Recuperado el 1 de Octubre de 2014, de http://www.mbrs.doe.gov.bz/dbdocs/tech/es_PubUse.pdf
- García, A. (2008). *Turismo Sostenible*. Quito: Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo en el Ecuador SNV.
- Medina, I. (Mayo de 2008). *Taller teórico/práctico de la Metodología "Límites Aceptables de Cambio - LAC" en Áreas Naturales Protegidas del Ecuador Continebta*. Puerto López, Ecuador: The Nature Conservancy.
- Pandía, E. (2016). *Modelo presión, estado, respuesta (p-e-r), para la clasificación de indicadores ambientales y gestión de la calidad del agua caso: cuenca del río Puyango Tumbes*.
- Pouey, N (2010). *Nuevos aportes! para estimar el valor del impacto ambiental a nivel de cuenca*. Boyaca, Colombia.
- Salinas, E., & Rodríguez, J. (1993). *La Capacidad de Carga de los países: su análisis y evaluación para el Turismo*. La Habana: GEOSUL.
- Stankey, G., D, C., Lucas, R., M, P., & S, F. (1985). *The Limits of Acceptable Change LAC*.

La planificación del espacio público de ocio como oferta para el residente y el visitante de la ciudad de Quito

The planning of the public space of leisure as an offer for the resident and the tourist of the city of Quito

Edison Molina¹, Patricia Ercolani², Guillermo Ángeles²

✉ : ermolina@uce.edu.ec

1 Universidad 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. 8000FTN. Argentina

Resumen

Este artículo describe el proceso de expansión urbana de Quito. Para el análisis se consideran los principales acontecimientos que marcaron la realidad actual de Quito. Se examina los hechos concretos que definen el grado de importancia de la capital para los ecuatorianos. Se reconoce la actuación de los gobiernos municipales de turno a través de las políticas públicas y los instrumentos de gestión que fueron construyendo los espacios públicos de ocio dentro de la configuración de la metrópoli. Los planes y ordenanzas presentados determinan la incidencia en la configuración de estos lugares.

Palabras clave: urbe; espacios verdes; gestión; quiteño; turista

Abstract

This paper describes the process of urban expansion in Quito. For the analysis, the main events that marking the current reality of Quito are taken into account. The concrete facts that shape the degree of importance of the capital for Ecuadorians. It recognizes the performance of the municipal governments in turn through the public policies and management tools that built the public leisure spaces within the configuration of the metropolis. The plans and ordinances presented determine the impact on the configuration of these places.

Keywords: city, green spaces, management, quiteño, tourist

1. Introducción

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. Las ciudades con sus modelos de gestión van realizando inversiones permanentes en pro de la conservación de estos lugares, a los cuales atribuyen ser el resultado de su planificación ante la sociedad, viendo en ellos los escenarios adecuados para gastar sus energías y replicando sobre otros espacios comunes alejados de los núcleos centrales. La inversión privada actúa en la creación de nuevos espacios para el público, desde siempre ha existido la inequidad en la sociedad por el desarrollo de capacidades y prácticas de consumo que se incrementa por el nacimiento de nuevas formas y espacios de consumos, dando paso a la exclusión de grupos sociales que no podrán acceder a estos espacios.

“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”. (Molina, Ercolani y Ángeles, 2016).

LeFebvre afirmaba que el espacio es el producto de la sociedad, la cual debe construirse mediante una lucha permanente de poderes; además las ideologías políticas que adquieran los individuos cambian las estructuras de la ciudad, es decir una reorganización en el territorio. En Quito varios espacios públicos de ocio son producto de esa construcción, un claro ejemplo son las ligas deportivas barriales, nacidas por la apropiación del espacio por parte de los deportistas aficionados, que le dieron identidad a estos lugares de recreación, conviviendo con la política, el crecimiento de la ciudad y compartiendo los espacios verdes de la ciudad administrados por el Municipio de Quito.

En el caso de la ciudad de Quito según la ordenanza metropolitana 0255, del año 2010, en su artículo 66 señala, “el espacio público constituye el sistema estructurante, que relaciona, integra, armoniza y funcionaliza la diversidad de áreas, zonas y equipamientos de la ciudad y el territorio metropolitano y los tratamientos en los diferentes elementos urbanísticos, arquitectónicos y paisajísticos y natu-

rales destinados por su uso o afectación a satisfacer necesidades colectivas; todos estos elementos abarcan la globalidad ambiental, entornos inmediatos y articulaciones, las cuales inciden en la conformación de sistemas o estructuras de espacios y serán tratados en sus diferentes demandas, las ofertas y origen, por las instituciones especializadas en su planificación y gestión.” En la misma normativa se reconoce a las áreas articuladoras del espacio público y de encuentro, siendo los sitios de ocio registrados, parques urbanos, plazas, plazoletas, escenarios deportivos, escenarios culturales y de espectáculo al aire libre y zonas de cesión gratuita a la municipalidad.

Con el pasar del tiempo las particularidades del ocio han ido evolucionado, prueba de lo expresado es la vinculación con las ciencias económica y geográfica. Desde el punto económico el ocio es consumido como un producto o servicio que adquiere importancia adquisitiva. Por el lado de la Geografía, desde donde el ocio concentra a las actividades recreacionales desarrolladas en el tiempo libre en los lugares pre-establecidos en el medio geográfico. Por lo cual el tiempo es un factor de análisis a ser tomado en cuenta, como lo dice Ercolani, “El tiempo permite definir si se trata de actividades que no impliquen un desplazamiento mayor de 24 horas y por tanto revisiten un carácter de cotidianidad con el propio lugar de residencia y aquellos que exceden dicho lapso, que se enrolan dentro del denominado ocio turístico” (Ercolani, 2005). El ocio adquiere significaciones de poder para el desarrollo de la sociedad, está inmerso en el mundo político, tal es el caso del Ecuador, un ejemplo fehaciente es la constitución en su artículo 66 establece “el derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social y otros servicios sociales necesarios”. Por ello y sin el afán de ingresar a la temática política se observa que el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 se enfoca en el mejoramiento de la calidad de vida de la población, es un proceso multidimensional y complejo que en materia de descanso y ocio están logrando el involucramiento de la sociedad por sus demandas adquiridas a través del contexto histórico en las relaciones tiempo libre-ocio que serán evaluadas desde su estructura y alcances.

2. Materiales y Métodos

El tipo de investigación utilizada fue descriptiva y explicativa, destinada a caracterizar y explicar

la actuación de los representantes sociales en la configuración de los espacios públicos de ocio.

Se aplicó el enfoque cualitativo, por medio del estudio documental, facilitó la definición del marco teórico conceptual sobre espacio público y ocio, a partir de lo cual fue posible obtener los datos más relevantes de la construcción de los espacios públicos de Quito, observando la configuración del territorio, el proceso de ordenación espacial y la actuación municipal en la gestión urbana.

La entrevista recoge información especializada sobre la temática del estudio, se recolectó datos a través del General Paco Moncayo ex alcalde de la ciudad de Quito (2000-2009), la guía de la entrevista abordó temas sobre la política municipal, planes de desarrollo territorial, la evolución del espacio público y la visualización de la ciudad a futuro.

3. Resultados y Discusión

3.1 *Expansión urbana de la ciudad de Quito*

Si bien la ciudad desde sus orígenes presentó la forma de organización tipo concéntrica, con un trazado horizontal, concentrando el poder a los alrededores de la plaza central; diferentes fenómenos alteraron la composición de la ciudad y por la segregación de las clases sociales las zonas residenciales sufrieron cambios.

La ciudad tomó su carácter capitalista por el desarrollo comercial, bancario y a la edificación de los sectores terratenientes.

Al ser la ciudad que concentraba a las autoridades políticas, Quito empieza a poblarse aceleradamente. “Una de las primeras evidencias tuvo que ver con la saturación, compactación y consolidación, al extremo, de la mancha urbana de la ciudad: para aquel entonces (1904), la ciudad alcanzó su más alta densidad histórica (276 habitantes/hectárea)” (Carrión y Erazo, 2102).

La urbe fue cambiando y se mostró mucho más al sur de Quito con la llegada del ferrocarril a partir del 25 de junio de 1908, además de la implementación de servicios básicos, centros de salud, establecimientos educativos y parques que permitió la conformación de los barrios quiteños.

La ciudad creció longitudinalmente diferenciando claramente los sectores; por el norte las zo-

nas consideradas de altos ingresos, al centro el sector más antiguo tradicional y al sur la zona que ocupaban las personas de menores ingresos.

El papel transcendental del municipio fue organizar el espacio urbano de la ciudad dando valor al suelo.” La política urbana del Municipio de Quito durante el período de transición urbana, mostró dos momentos importantes que merecen ser resaltados: el primero, correspondió a la «urbanización» de los terratenientes agrarios (1904-1922), y el segundo, al proceso de consolidación de la fracción urbana de aquellos (1922- 1955)” (Carrión y Erazo, 2102).

Entre los años 1960 a 1970 el esquema de ciudad cambia a la forma de organización territorial longitudinal, teniendo en cada una de las 3 zonas norte, centro y sur, núcleos de centralidad para su desarrollo; se destacan al sur el barrio la Villaflora y al norte la zona de la Mariscal.

Posteriormente la ciudad afrontará el proceso de modernización, debido al aumento de ingresos económicos en el país en especial por el famoso boom petrolero iniciado en los años 70. Esos ingresos se concentraban en la administración pública, cuya sede era la ciudad de Quito.

El 8 de septiembre de 1978, la Organización de las Naciones para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO, declara a Quito como Patrimonio Cultural de la Humanidad; con ello llegarán acciones profundas en la conservación del Centro Histórico, que tomó muchos años de trabajo; acciones como la protección y valorización de los bienes patrimoniales, el mejoramiento del ornato, reubicación de las ventas ambulantes, desconcentración residencial, descongestionamiento vehicular entre otras tareas convirtieron al Centro Histórico de Quito en uno de los más grandes y conservados de Latinoamérica.

La conservación del Patrimonio estuvo dirigida por el Fonsal (Fondo de Salvamiento del Patrimonio Cultural), hasta el 2010 cuando desapareció esta institución y fue reemplazada hasta la actualidad por el Instituto Metropolitano del Patrimonio.

“Las transformaciones de Quito (como organización urbano-territorial) no se hicieron esperar: Entre 1962 y 1980 el área urbana tuvo un crecimiento cercano al 500 %, y en ella no se consideraron las áreas conurbanas ni el crecimiento en altura; la densidad global de la ciudad bajó ostensiblemente de 213 a 68 habitantes por hectárea; aparecieron nuevas al-

ternativas residenciales para los sectores de bajos ingresos en los eufemísticamente considerados «barrios periféricos»; se produjo una relocalización de las actividades industriales, comerciales y administrativas; el parque automotor de la ciudad creció en más de seis veces, etc. A la par del conjunto de la ciudad, se modifica el uso del suelo (Carrión y Erazo, 2102). Los crecimientos explosivos de barrios populosos tendrán su origen a partir de los años 80, producto de las migraciones por la crisis económica de la costa, tal es el caso de La Roldós, Pisulí al norte y el sur se desarrolla hasta los límites del cantón Mejía.

En los años 90 las localidades residenciales tradicionales de la ciudad se habían saturado, por tal razón era necesario la creación de planes habitacionales en las zonas que por ese momento se consideraban suburbanas. Las periferias de la ciudad toman importancia en esta etapa, destacando el incremento urbanístico de las localidades circundantes de Quito; como lo son: El Condado, Calderón y Pomasqui al norte; los valles, de los Chillos y Tumbaco al oriente y al sur Solanda; esta última localidad, por ejemplo, fue planificada como un plan habitacional para 20.000 habitantes, hoy en día tiene aproximadamente 80.000 habitantes. La conformación de la zona industrial al sur de Quito marca sin duda una lógica y una expansión progresiva de la ciudad.

“El 27 de octubre de 1993 fue creado el Distrito Metropolitano de Quito, según la cual el Municipio capitalino asumió más competencias, como la del transporte que en esa época era responsabilidad del Gobierno Nacional” Hoy con la Constitución 2008 a Quito como Distrito Metropolitano le corresponde asumir las competencias de los gobiernos cantonales, provinciales y regionales, convirtiéndolo así en una “ciudad-distrito-región, En Ecuador a raíz de la promulgación de la Constitución del 2008 se creó una nueva unidad territorial llamada región, por lo que el país está dividido en 9 regiones y distritos autónomos, 2 distritos metropolitanos autónomos y uno de régimen especial (Galápagos)” (Municipio de Quito, 2015).

El área metropolitana está organizada por 9 administraciones zonales que incluyen la jurisdicción de las 65 parroquias, entre 32 urbanas y 33 rurales.

En el siglo XXI, con un fuerte desarrollo vial y comunicacional, la ciudad de Quito renovó su proceso de construcción urbana en especial en los valles de los Chillos y Tumbaco. El municipio con políticas claras de protección al Patrimonio cultural de la Humanidad concentrado en el Centro Histórico de

Quito, ha logrado desconcentrar significativamente la proliferación de comercios y de residentes en el sector centro; pero para ello se tuvo que modernizar espacios y brindar todas las facilidades necesarias para el impulso de nuevas zonas distribuidas en los límites norte y sur de la ciudad. Debido al gran auge de visitantes a la ciudad, en el 2005 la zona roja de la Mariscal es rehabilitada y convertida en la nueva zona turística de la ciudad, concentrando una gran cantidad de prestadores de servicios turísticos; otro hecho trascendental en el mismo año, fue la construcción del teleférico en Cruz Loma.

La creación de áreas verdes, parques metropolitanos y la recuperación de los espacios públicos, han significado el empezar a entender las nuevas necesidades de los habitantes de Quito, que ven en la recreación una parte fundamental de los nuevos hábitos de vida de muchos quiteños; estas razones se están adaptando dentro de la funcionalidad de los nuevos conjuntos habitacionales a lo largo de la urbe que reclaman constantemente por los espacios de ocio.

Los problemas de movilidad por la topografía de Quito, el aumento del patio automotriz y el crecimiento de la urbe, han causado que se emprendan proyectos para el mejoramiento del bienestar de vida de los residentes; proyectos de los cuales se destacan la construcción del metro subterráneo y la implementación del transporte de pasajeros por cables.

La inauguración del nuevo aeropuerto de Quito en la parroquia rural de Tababela, el 20 de febrero de 2013 es un hecho trascendental, lo que significó el cierre de la antigua terminal que estaba ubicada en la zona norte; la movilidad en el sector de la ciudad mejoró, además del aspecto ambiental, debido a que la antigua terminal se convirtió en el parque Bicentenario, un lugar dedicado al esparcimiento de los residentes y que aún no finaliza las adecuaciones planificadas por la administración de turno.

En 2014 la inauguración de la sede permanente de la Unasur (Unión de Naciones Sudamericanas) en la ciudad Mitad del Mundo, es un acontecimiento que visualiza fuertemente a Quito en las agendas políticas mundiales.

3.2. *La planificación urbana en el desarrollo de Quito*

El diseño de la planificación desde la conformación de la urbe tuvo su disposición en base a la irregularidad del relieve de Quito, al respecto Córdova dice: “Definitivamente el carácter longitudinal

a través del cual la ciudad se ha venido desarrollando durante las últimas décadas, en razón de sus características geográficas por su emplazamiento, se constituye en el aspecto formal de mayor relevancia al momento de construir la Imagen Urbana de Quito” (Córdova, 2005).

Los principales esfuerzos de planificación en Quito inician en 1942 con la regulación del suelo y la zonificación de actividades laborales, residenciales y recreacionales. Los planes y ordenanzas municipales de ahí en adelante se relacionarán con el uso del suelo en las áreas urbanas y suburbanas. Es importante señalar el carácter planificador de Quito, considerada como una ciudad reconocida y pionera a nivel nacional. “En la política de planificación urbana, los planes urbanos han sido uno de los instrumentos fundamentales del accionar municipal en estos últimos años; basta señalar que en 1967 se aprueba uno, otro en 1973 y último en 1980. Esta constatación le convierte a Quito, paradójicamente en una de las ciudades más planificadas de América Latina y, con seguridad absoluta del Ecuador. Tal situación no es casual y tiene que ver con los procesos de transformación que viven la ciudad y el municipio” (Carrión, 1987).

Se presenta a continuación los instrumentos de planificación más relevantes que aportaron a la configuración de los espacios públicos de ocio para su análisis y comprensión de la oferta actual de los mismos.

3.2.1. El Plan Regulador o Director de la Ciudad de Quito

También conocido como el plan “Jones Odriozola (1942-1945)”¹ es un instrumento elaborado en base a las condiciones topográficas del territorio. Las características geográficas de la ciudad son los factores de entendimiento de los problemas (movilidad y normativa de construcción) que aquejaba la ciudad.

1 “En marzo de 1941, el arquitecto-urbanista Jones Odriozola (1913-1994), después de ganar el Gran Premio de la Facultad de Arquitectura de Montevideo, emprende un viaje por el continente americano. En el transcurso del viaje llega a Quito, en donde las imágenes de la ciudad contenida, de la escala del lugar y de la geografía, de las edificaciones coloniales y de la apariencia remota del asentamiento influyen para generar unos primeros pensamientos sobre la ciudad. Más tarde estos pensamientos o impresiones desembocarán en el Plan Regulador de Quito (1942-1945), primera propuesta de acción planificada de la ciudad después del trazado colonial del siglo XVI” (Blog de arquitectura <http://arquitecturaecuadoriana.blogspot.com.ar/2014/05/quito-el-plan-jones-odriozola-1942-1945.html>)

Este plan se caracterizó por incorporar espacios verdes a diferentes escalas, vinculando la naturaleza al diario vivir de las personas. Otro puntal que hacía alusión este plan es la recuperación de las quebradas y utilizarlos como espacios dedicados para la recreación. Se propuso dar la importancia máxima al centro por concentrar el carácter político, religioso y universitario de la ciudad; mientras que el norte se concebiría como un lugar residencial y de esparcimiento; finalmente el sur sería el escenario ideal para concentrar la zona industrial con sus barrios obreros periféricos (Plan Regulador, 1942).

3.2.2. Plan General Urbano de Quito

Al encontrarse desactualizado el primer plan para la ciudad de Quito fue necesario la creación de un nuevo plan que sea visionario en la planificación territorial, en relación al gran crecimiento poblacional que experimentaba la urbe; es así que en 1967 se crea el Plan General Urbano de Quito visualizado para 30 años, pero lamentablemente el acelerado incremento poblacional había limitado a esta herramienta de gestión por sus débiles pronósticos. Desencadenó la finalización del plan y de manera urgente se dictaminó la primera ordenanza para el ordenamiento del suelo de la ciudad de Quito. En el caso de los espacios verdes fueron desapareciendo paulatinamente en las zonas céntricas residenciales a pesar de buscar un esquema de zonificación y de mejoramiento de la red de transporte interno (Plan General Urbano, 1967).

3.2.3. Ordenanza 1353

Si bien no se trata de un plan, esta disposición legal emanada en 1971 estableció la regulación del uso del suelo, pero fuera de los límites preliminarmente conocidos, esto debido a que Quito tendrá un tratamiento especial al ser considerado como una área Metropolitana por sus características sociales, económicas y físicas; razones fundamentales para estructurar una administración con sus particularidades, tomando en cuenta el patrón espacial concéntrico longitudinal con dicotomía de desarrollo entre el norte y sur de la ciudad. Es importante señalar las categorías urbanas y suburbanas determinantes en el uso del suelo para construcciones, recreación y actividades agrícolas (Ordenanza Metropolitana 1353, 1971).

3.2.4. Plan Director Quito y su Área Metropolitana

Este plan reveló gran información de la ciudad y detalló criterios de delimitación del área metropo-

litana en aspectos referidos a la integración física, integración económica, mercado laboral, provisión de servicios, mercado central, campo de recreación, la estructura interna del área y la dinámica en el área. Este instrumento fue lanzado en 1973 y su finalidad era proyectarse hasta 1993, pero este plan no fue aprobado por las autoridades competentes del Cabildo. En el aspecto de los espacios públicos de ocio se mencionaba, “las normas de vida están cambiando, las actividades recreativas ganan cada vez más importancia en el sistema de vida urbana. Dentro del Área Metropolitana, la ciudad central no tiene capacidad para la provisión de amplios espacios abiertos con fines recreativos. Las áreas ubicadas en los alrededores de ciudad central, con fácil acceso para su población pueden ofrecer buenas oportunidades para la recreación. Esta faceta de integración se manifiesta por un visible movimiento de la población de la ciudad central hacia las áreas aledañas, especialmente durante los fines de semana y días festivos. Está función de los espacios abiertos y otras amenidades y servicios con fines recreativos, debe merecer especial atención al planificar las áreas metropolitanas” (Plan Director Quito y su Área Metropolitana, 1973).

3.2.5. Plan Quito- Esquema Director

Se realizó el plan de ordenamiento urbano para la ciudad con una visión a 20 años, fue lanzado en 1980 buscando dar respuestas integrales sobre el bienestar de los ciudadanos en relación a la vivienda, servicios públicos, transporte público, y creación de suficientes espacios de recreación. Todos estos aspectos en convivencia con un nuevo enfoque de la planificación llamada micro región. Se puede evidenciar en este estudio gran cantidad de cartografía temática llegando a escala parroquial, detallando los espacios y servicios de cada jurisdicción. Hubo una gran atención a la protección patrimonial de bienes en especial en el centro histórico. Lamentablemente tantas recomendaciones en el plan no fueron acompañadas por políticas y ordenanzas, lo que causó que la ciudad siga creciendo sin una nueva visión e incrementando sus problemas por ser el centro elegido por las migraciones internas del país (Plan Quito, 1980).

3.2.6. Plan de Desarrollo Territorial

Este fue un plan visionario lanzado en el año 2000 y con una visión hacia el 2020. Este plan, además de dar soluciones a las problemáticas de la ciudad, fue innovador al tener una fuerte política sobre el rescate y ampliación del espacio público y su re-

lación con el turismo en las áreas patrimoniales de la urbe y el desarrollo económico de algunos barrios dedicados a esta actividad. El Plan de Desarrollo Territorial contaba con el apoyo de varios instrumentos, que buscaban consolidar una ciudad ordenada hacia el 2025, entre ellos estaban el Plan Equinoccio y el Plan Bicentenario (Plan de Desarrollo Territorial, 2000). Cabe recalcar que esta herramienta fue de gran utilidad para la planificación longitudinal de la urbe, pero fue aplicado hasta la aprobación del Plan de Ordenamiento Territorial 2012-2022.

3.2.7. Plan de Ordenamiento Territorial

Este es un plan (2012-2022) que buscaba una modelización territorial y una adecuada gestión municipal, dando importancia varios factores en donde la conectividad juega un papel preponderante en la integración de la ciudad. Se creó la red distrital de espacios públicos a diferentes escalas en el Distrito Metropolitano priorizando los espacios emblemáticos; además de la identificación de la red verde urbana con potencial ecológico y recreativo-ornamental.

Si bien se quería la modernización de los espacios urbanos no se descuida la convivencia con la naturaleza dentro de los lugares públicos dedicados a la recreación, temática de esta investigación, “La estructuración de la Red Verde Urbana propone consolidar un modelo de desarrollo integral urbano-ecológico a través de relacionar e intercalar espacios urbanos con espacios naturales utilizando los recursos geográficos, ecológicos y paisajísticos existentes: montaña, río, quebrada y espacio público (recuperado). Esta interrelación permitirá articular la riqueza natural del DMQ con la trama urbana. Desde el punto de vista urbanístico se pretende también crear una percepción de transversabilidad en el espacio urbano de Quito a través de la conexión de los bosques ubicados en los costados oriental y occidental de la ciudad, así como brindar una alternativa de movilidad a la fauna aviaria remanente” (Plan de Ordenamiento Territorial, 2012). Este plan fue reemplazado, por el Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2025, mediante resolución del Consejo Metropolitano de Quito.

3.2.8. Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

Este plan se encuentra vigente en estos momentos, la orientación del desarrollo sostenible es la prioridad en la gestión de la ciudad, visualizando a Quito como una ciudad solidaria, inteligente y de

oportunidades. Al relacionarlo con el tema de la investigación, este instrumento trata de fomentar las actividades deportivas y recreativas, priorizando las actividades físicas al aire libre. Al haber realizado el diagnóstico sobre los espacios públicos se demuestra que el nivel de intervención de los mismos ha sido históricamente desigual, por lo que es necesario apoyar la consolidación de estos espacios y las áreas verdes. El fortalecimiento a los equipamientos de ocio serán parte primordial del embellecimiento de la ciudad con finalidades turísticas. Este plan entró en vigencia el 22 de febrero de 2015, por lo cual aún no se puede evidenciar por completo la aplicación de esta herramienta. Preliminarmente se ha visto una mejora en la infraestructura y señalética de los principales parques metropolitanos y plazas del distrito, pero aún no ha alcanzado en su totalidad la escala barrial. Se observa también el aumento de usuarios y actividades deportivas y recreativas programadas, tanto por las administraciones zonales, así como por las organizaciones barriales. (Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2015).

Es importante mencionar que está en auge la construcción del metro de Quito, con ello la ciudad está experimentando cambios profundos afectando momentáneamente el desplazamiento de los residentes de la ciudad. Sobre esta última afirmación, el avance del proyecto, ha requerido la intervención en los espacios públicos de ocio, en muchos de los casos generando impactos negativos. Si bien estas intervenciones causan problemas a la ciudad, la implementación de este mega proyecto ayudará a mejorar la movilidad de los quiteños.

Para reforzar el tema sobre el desarrollo urbano por medio de la política pública, fue indispensable contar con el testimonio del General en servicio pasivo Paco Moncayo Gallegos alcalde de Quito en período 2000-2009, quien afirma que: "La ocupación del espacio no obedeció a un plan, no fue una expansión ordenada; a pesar que Quito si planificó el desarrollo urbano, una cosa es lo que se planifica y otra cosa la que se ejecuta. Hubo planes de desarrollo territorial, pero vuelvo a decirlo, la dinámica y el populismo cambian, un ejemplo es la ocupación del área industrial del sur en los planes realizados por Odriozola y por planes posteriores, hasta el sitio donde estaba el centro de distribución de combustible más grande dejaron crecer la población en el Beaterio. Si bien hubo esfuerzos de planificación del territorio no se aplicaron adecuadamente. El crecimiento de valle de los Chillos fue sin ninguna planificación, el crecimiento de Cumbayá y Tumbaco no fue con políticas, el ordenamiento territorial indis-

pensable fue teóricamente de alguna manera asimilado por la administración municipal, la administración de Quito fue moderna, pero no hubo un plan real ejecutado de gestión del territorio. La planificación es una cultura más que un documento". (P Moncayo. comunicación personal, 03 de junio de 2016).

4. Conclusiones

Quito pasó de un modelo concéntrico, a una estructuración longitudinal con sus características sectoriales propias. El municipio estableció valores al uso del suelo, por ende, las políticas públicas serán en base a la utilización de los espacios identificados.

A partir de la declaratoria como Patrimonio Cultural de La Humanidad en 1978 se fortalece los mecanismos de intervención en el centro de la urbe en materia de conservación y aprovechamiento del espacio público con finalidades turísticas. La expansión urbana dependió del mejoramiento de los servicios para incrementar el poblamiento en las zonas periféricas al norte y al sur; mientras tanto la zona de la Mariscal fue rehabilitada con finalidades turísticas.

La topografía de Quito contribuyó al alargamiento de la ciudad e hizo que las parroquias urbanas y rurales se encuentren muy próximas por la conectividad y sea significativo el aumento urbanístico, en especial de los valles de Tumbaco y Los Chillos ubicados al extremo oriental de la urbe.

Las transformaciones constantes de Quito, hicieron necesaria la creación de un sistema territorial cumpliendo con las expectativas ciudadanas, es así que se concibió al Distrito Metropolitano de Quito, a pesar de los constantes contratiempos ocurrientes en la ciudad, la adaptación es dinámica; sin embargo, se requiere la implementación de acciones permanentes en el espacio público.

La evolución constante de la sociedad depende de la actuación de las instituciones y la política pública interviniendo en beneficio de los intereses de los pobladores.

Los planes y las ordenanzas son herramientas de la gestión pública, que mediante los diagnósticos respectivos buscan solucionar las problemáticas que van aquejando a la ciudad.

Quito por su carácter planificador, tiene suficientes argumentos para concebir la política pública

urbana aplicada a través de los tiempos, los planes han tratado de zonificar la ciudad para las finalidades propuestas en base a sus alcances y a las necesidades de la colectividad. En materia del espacio público los instrumentos, han sido fuente referencial para el inicio de las actividades de los alcaldes, muy pocos planes han tenido resultados favorables en su visión, culminación y cumplimiento. Las demandas sociales muchas de las ocasiones, han limitado estas herramientas de gestión urbana, por haber sido construidos sin la participación de los actores sociales de la ciudad.

En la actualidad, Quito cuenta con una diversidad de espacios públicos de ocio, gracias al empoderamiento de los residentes sobre propiedades municipales entregadas en comodato para su manejo y por los aportes de algunas administraciones de turno, que han entendido la importancia de no privatizar los espacios públicos. El problema radica en el manteni-

miento, utilidad y difusión de los espacios de ocio al mismo nivel; si bien los parques metropolitanos son el reflejo de las buenas prácticas en esta temática, aún falta intervención de las autoridades en parques a escala barrial y empoderamiento por parte de los residentes tanto al exigir como al proponer alternativas de mejora en base a la realidad que afrontan en su cotidianidad.

Esta investigación propone identificar los juicios de valor de la sociedad quiteña y la experiencia del visitante sobre el aprovechamiento del tiempo libre en actividades de ocio, y es así donde los espacios habilitados para estas finalidades dan una muestra de la calidad de vida. Apreciar la realidad da una aproximación de posibles soluciones a través de propuestas convincentes, mejorando el diario vivir de residentes y visitantes.

Referencias

- Blog Arquitectura Ecuatoriana. (2014). Arquitectura Moderna en Ecuador. Recuperada de <http://arquitecturaecuadoriana.blogspot.com.ar/2014/05/quito-el-plan-jones-odriozola-1942-1945.htm>. Carrión, F. (1987). La política urbana del Municipio de Quito.
- Carrión, F., & Erazo, J. (2012). La forma urbana de Quito: una historia de centros y periferias. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, pp 503-522.
- Córdova, M. (2005). Quito: imagen urbana, espacio público, memoria e identidad. Quito. Ediciones Trama.
- Ecuador, A. C. (2008). Constitución del Ecuador. Montecristi, Manabí, Ecuador: Registro Oficial.
- Ercolani, P. (2005). Configuración socio-espacial urbana: el espacio del ocio en Bahía Blanca. Estado actual y propuestas de futuro. Tesis Doctoral. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur.
- Molina Velásquez, E., Ercolani P., & Ángeles, G. (2016). La construcción de los espacios públicos de ocio en la ciudad de Quito. *Revista Siembra*, 3. 123-146.
- Municipio de Quito. (2015). Creación del Distrito Metropolitano de Quito. Creación del Distrito Recuperado de <http://www.quito.gob.ec/>
- Municipio de Quito. (1942). El Plan Regulador o Director de la Ciudad de Quito 1942-1945.
- Municipio de Quito. (1967). Plan General Urbano de Quito 1967-1997. Quito
- Municipio de Quito. (1971). Ordenanza Metropolitana 1353 de la ciudad de Quito. Quito.
- Municipio de Quito. (1973). Plan Director Quito y su Área Metropolitana 1972-1992. Quito.
- Municipio de Quito. (1980). Plan Quito- Esquema Director 1980-2000. Quito.
- Municipio de Quito. (2000). Plan de Desarrollo Territorial 2000-2020. Quito.
- Municipio de Quito. (2010). Ordenanza Metropolitana 0255 de la ciudad de Quito.
- Municipio de Quito. (2012). Plan de Ordenamiento Territorial 2012-2022. Quito.
- Municipio de Quito. (2015). Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2025. Quito.
- Senplades. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017.

El perfil del residente en la práctica de las actividades de ocio en el espacio público de Quito

The profile of the resident in the practice of the leisure activities in the public space of Quito

Edison Molina¹, Guillermo Ángeles², Patricia Ercolani²

✉ : ermolina@uce.edu.ec

1 Universidad 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. 8000FTN. Argentina

Resumen

El presente artículo muestra el perfil del residente en base a las actividades de ocio realizadas en el espacio público de la ciudad de Quito, na metrópoli con características físicas que influyen en la movilidad. La aplicación del estudio empírico dio las pautas necesarias para identificar las preferencias del habitante. El enfoque geográfico presentado relaciona el estudio del ocio y las repercusiones espaciales en el contexto territorial de la urbe. El cuestionario elaborado cuenta con indicadores sobre datos informativos, gustos, percepción y satisfacción sobre la oferta vigente a la que tiene acceso el residente, que responden a la experiencia vivida en el ámbito del ocio. La segmentación de grupos de edades presenta características particulares, además de una diferenciación entre los resultados obtenidos entre los géneros masculino y femenino. Con el apoyo de los sistemas de información geográfica, se pudo obtener la concentración en el uso y la movilidad de los residentes hacia los espacios públicos de ocio (EPO) dentro de las administraciones zonales (AZ) y su relación con las parroquias de Quito.

Palabras clave: geografía; movilidad; ocio; parroquia; recreación

Abstract

This paper shows the profile of the resident based on the leisure activities carried out in the public space of the city of Quito, a metropolis with physical characteristics that influence mobility. The application of the empirical study provided the guidelines to identify the preferences of the inhabitant. The geographical approach presented here links the study of leisure and its spatial repercussions in the territorial context of the city. The questionnaire has indicators several indicators including tastes, perception and satisfaction with respect to the current offer, which reflects previous experience with leisure. The segmentation of age groups presents specific characteristics, as well as a differentiation between the results obtained for masculine and feminine individuals. With the support of the geographic information systems, it was possible to obtain the concentration in the use and the mobility of the residents towards the public spaces of leisure (EPO) within the zonal administrations (AZ) and their relationship with the parishes of Quito.

Keywords: geography; mobility; leisure; parish; recreation

1. Introducción

Las ciudades en el mundo se van configurando en base a las demandas sociales y al accionar de los gobiernos de turno. Una de esas solicitudes es el tener disponibilidad de EPO. Un primer avance publicado en la revista *Siembra* volumen 3 da cuenta el cómo se fueron construyéndose estos espacios y su oferta actual. “Quito es una ciudad manejada bajo el régimen de Distrito Metropolitano (DMQ)”. Una urbe turística con características topográficas de la hoya del Guayllabamba del sistema montañoso de la cordillera de los Andes.

El DMQ, está localizado en la zona central de la provincia de Pichincha ubicada en la serranía norte de la República del Ecuador, ocupa una superficie de 4235 km². El DMQ cuenta con 9 AZ, de ellas una, es administración especial turística. Estas dependencias fueron creadas para la descentralización institucional y una mejor gestión ciudadana. En la actualidad estas AZ están conformadas por 65 parroquias; 32 son urbanas (Figura 1) y 33 son rurales. El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010), según el último censo poblacional realizado, el DMQ cuenta con una población de 2'239.191 habitantes, siendo la segunda ciudad más poblada del Ecuador; luego de Guayaquil.

La ciudad tiene aproximadamente 50 km de largo y 4 km de ancho, los ríos Machángara y Monjas cruzan la ciudad, son utilizados por el momento para la descarga de las aguas servidas de las localidades urbanas. Se ha emprendido campañas informativas permanentes para no arrojar basura, ni escombros a las quebradas formadas por la hidrografía en el DMQ; además que se ha tratado de rescatar los lugares cercanos a los ríos con la creación de paseos y parque lineales en la medida de las posibilidades por la topografía del lugar. Estas acciones se fundamentan dentro de la normativa local municipal, que ha declarado al sistema de quebradas del DMQ como “Patrimonio Natural, Histórico, Cultural y Paisajístico”, priorizando su cuidado y proponiendo acciones para la recuperación integral (Resolución N° 350, 2012).

Las 32 parroquias urbanas (PU) tienen diferentes características en concordancia con la consolidación, tipologías de servicio, conectividad y equipamientos. El área de estudio presenta diferentes características topográficas, lo cual ha

desarrollado sub-espacios que por sus particularidades merecen un análisis específico; tomando en cuenta por supuesto a las AZ para su comprensión.

El objetivo de la presente investigación es identificar el perfil del residente en cuanto se refiere a la práctica de las actividades en el EPO, para ello se formula la siguiente hipótesis “El grado, forma y tiempo que se destina al ocio varía dependiendo de los factores como la edad, género, la composición familiar, la posición socio-económica, el nivel cultural y la educación, permiten definir un perfil del residente en cuanto se refiere a la práctica de las actividades de ocio en el EPO.

Al estar vinculados por medio de esta investigación al estudio del ocio y las repercusiones espaciales en el contexto territorial de la ciudad de Quito, es necesario recalcar la importancia que tiene la Geografía del ocio. “A partir de la segunda mitad de siglo pasado las ramas de la Geografía Humana se han visto enriquecidas por el surgimiento de nuevos fenómenos, no considerados con anterioridad, de carácter geográfico, entre los cuales se encuentran los relacionados con el tiempo libre, base de los que se reconoce como geografía del ocio, conocida también con la denominación de la geografía del tiempo libre o recreacional” (Ercolani, 2005).

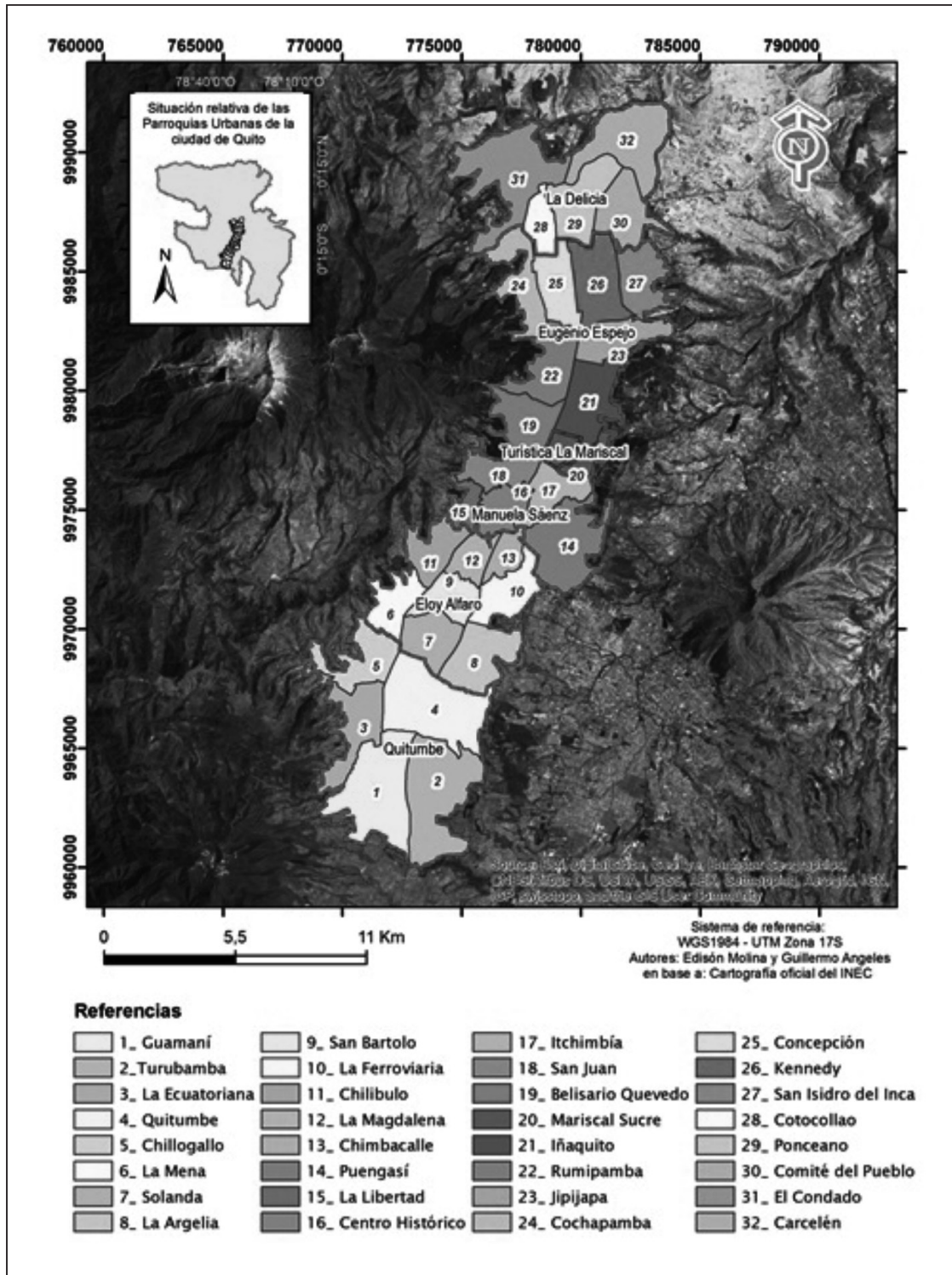


Figura 1. Administraciones Zonales y parroquias en el área urbana de Quito

Las diferentes actividades recreacionales y turísticas realizadas en el tiempo libre han producido otra denominación a más de la Geografía del Ocio, como es la Geografía del Turismo. Los efectos en el territorio han centrado la atención de la ciencia geográfica por su constante dinamismo.

El ocio se encuentra en relación directa con el turismo, debido a su definición que al mencionar al turismo como “un fenómeno social, cultural y económico relacionado con el movimiento de las personas a lugares que se encuentran fuera de su lugar de residencia habitual por motivos personales o de

negocios/profesionales” (Organización Mundial de Turismo, 2017), ha ido estableciendo diferentes motivaciones que incluyen a las actividades recreacionales y de esparcimiento en donde los espacios diseñados de las ciudades están o no habituados a la realidad local, además por la globalización mundial, muchas metrópolis se han adaptado también a los requerimientos de los visitantes.

En el caso del área de estudio propuesta hay varias connotaciones físicas hacen que la repartición de los sitios de ocio sea diferenciada; razón fundamental para obtener el perfil del residente y la movilidad desde las AZ a las actividades de ocio en el espacio público en la ciudad. “La distribución de los EPO en Quito es desigual, debido a la topografía irregular de la ciudad y a la necesidad de conservación del patrimonio cultural del centro. La convivencia con el desarrollo de nuevas edificaciones resulta una preocupación constante de los administradores por las dificultades de accesibilidad a estos espacios” (Molina, Ercolani y Ángeles, 2016).

2. Materiales y métodos

Al ser una temática que topa aspectos del aprovechamiento del tiempo libre por parte de los seres humanos, el mismo está sujeto a la elección voluntaria de los diferentes gustos y preferencias adquiridas en la sociedad; además al ser visto desde el campo de la Geografía se presentan varias particularidades de análisis en la escala urbana de la ciudad.

Esta investigación es pionera en el país, no se disponía de datos preliminares para ser la línea base que permitiera el establecimiento de directrices para emprender la encuesta y contar con datos e información histórica. Para la caracterización del perfil del residente se tomó en cuenta tres componentes, aspectos socio-demográficos, uso del tiempo libre en el EPO y percepción de la oferta del ocio en la ciudad. Fue necesario la elaboración del cuestionario, se tomó como base el material aplicado en la configuración socio-espacial urbana del ocio en la ciudad de Bahía Blanca, Argentina.

Esta herramienta contiene datos informativos referentes a la ubicación, género, estado civil, residencia, edad, ocupación y nivel de estudios; posteriormente se encuentran preguntas estructuradas sobre las actividades de ocio relacionadas con lugares, frecuencia, tiempo desplazamiento, grupo social y aspectos a considerar; por último, se definen tres preguntas abiertas para identificar la percepción de

los residentes y conocer la satisfacción en base a la oferta actual. La encuesta estará dirigida a hombres y mujeres de 16 años en adelante sin considerar ocupación, estado civil y nivel de estudio. Para poder aplicar la encuesta fue necesario la determinación del área de estudio de la presente investigación, que es la parte comprendida por las 32 PU, la población universo es de 1'619.146 habitantes, lo cual equivale al 72,3% de la población total del DMQ. Se procedió a extraer la porción del total de la población en el área urbana de las AZ Quitumbe (AZQ), Eloy Alfaro (AZE), Manuela Sáenz (AZMS), Eugenio Espejo (AZEE) y La Delicia (AZLD); cabe mencionar que la Administración Especial Turística La Mariscal (AETM) por tema de agrupación y trabajo previsto, se encuentra inmersa en la AZEE por compartir la parroquia Mariscal Sucre. La división establecida fue valedera para certificar la encuesta en relación a la cantidad de residentes.

La fórmula aplicada para calcular el tamaño de la muestra responde a la fórmula universal de muestreo no probabilístico, en la cual se tiene la información del total de la población por localidad, en donde M es el tamaño de la muestra, N el total de la población y el error permitido que equivale a 0,05 (Tabla 1).

Para la obtención de mejores resultados, se consideró que la aleatoriedad de las encuestas responda a selección de realizarla de lunes a domingos en horarios en donde se observa un flujo relativamente importante de usuarios; es decir entre las 06:00 y 21:00 horas, dependiendo de la apertura de los EPO.

En relación con la información referencial, el apoyo de los sistemas de información geográfica fue fundamental, son una importante herramienta de análisis para la toma de decisiones. Para el caso particular de este trabajo, previamente se tomó una muestra de los espacios, fueron identificados y localizados para permitir su representación por medio del sistema de información geográfica ArcGis 10.1©, y cartografía referencial de los servicios sociales integrados del DMQ. “ArcGis es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica” (ArcGis Resources, 2017). Se obtuvo una panorámica actual de la distribución de estos lugares y la visualización de la movilidad de los residentes hacia los EPO escogidos. Se seleccionó adecuadamente el área de estudio de las AZ que cuenten con las 32 PU, que contengan a los EPO con su diversidad de subcategorías, según la clasificación propuesta en este trabajo.

Con la fórmula aplicada, la muestra es igual a 400 por AZ, a pesar de la diferente concentración de población; no obstante, la estratificación permitió darle peso en base al número de habitantes por las 32 PU y divido entre el género masculino y femenino.

Para ser más específicos en el trabajo de campo se realizó los cálculos numéricos por PU y género pertenecientes a cada una de las AZ, en donde se evidencia predominio del género femenino (52%) sobre el masculino (48%).

Tabla 1: Estratificación para el trabajo de campo

Administración Zonal	Parroquias Urbanas	Población Hombres	Población Mujeres	Total Población Urbana
Administración: Quitumbe	Chillogallo	27944	29309	57253
	La Ecuatoriana	30551	31762	62313
	Guamani	32127	32938	65065
	Turubamba	27836	28333	56169
	Quitumbe	39152	39905	79057
Total Población Urbana Administración Zonal Quitumbe			319857	
Administración: Eloy Alfaro	Chilibulo	23733	24996	48729
	Chimbacalle	19389	21168	4557
	La Argelia	28407	29250	57657
	La Ferroviaria	31520	32960	64480
	La Magdalena	14349	15939	30288
	La Mena	21374	22486	43860
	San Bartolo	30694	33077	63771
	Solanda	37738	40541	78279
Total Población Urbana Administración Eloy Alfaro			427621	
Administración: Manuela Sáenz	Centro Histórico	20148	20722	40870
	Itchimbía	15026	16590	31616
	La Libertad	13918	14458	28376
	Puengasí	30357	32271	62628
	San Juan	26133	27894	54027
Total Población Urbana Administración Manuela Sáenz			217517	
Administración: Eugenio Espejo	Belisario Quevedo	21435	23935	45370
	Cochapamba	28242	29437	57679
	Concepción	14849	17043	31892
	Iñaquito	20366	23783	44149
	Jipijapa	16075	18602	34677
	Kennedy	33177	36864	70041
	*[1]Mariscal Sucre	6056	6920	12976
	Rumipamba	14589	16711	31300
	San Isidro del Inca	20600	21471	42071
Total Población Urbana Administración Eugenio Espejo			370155	
Administración: La Delicia	Carcelén	26496	28442	54938
	Comité del Pueblo	22931	23715	46646
	Cotocollao	14820	16443	31263
	El Condado	42076	43769	85845
	Ponceano	25831	28061	53892
Total Población Urbana Administración La Delicia			272584	
Total			1607734	

[1]* Por motivos del trabajo de campo, se agrupó a la Zona Turística Especial La Mariscal, con la Administración Eugenio Espejo

La clasificación de las actividades de ocio se considera, a aquellas actividades realizadas en los EPO, previamente identificados para la ciudad de Quito. A partir de estas consideraciones se propone la siguiente clasificación.

Recreativa 1: actividades practicadas en parques metropolitanos, parques urbanos, parques lineales, parque arqueológico, miradores y bosques protectores.

Recreativa 2: actividades sociales, culturales y de capacitación desarrolladas en casa y plazas.

Deportiva 1: actividades realizadas en ligas deportivas barriales y canchas.

Deportiva 2: práctica deportiva desarrollada en centros deportivos, coliseos y estadios.

3. Resultados y discusión

Luego de exhibir las estadísticas de organismos oficiales sobre los residentes en la ciudad de Quito, asimismo las muestras obtenidas para el trabajo de campo, se analizan los resultados sistematizados para delinear los perfiles del residente quiteño, en cuando a la temática del aprovechamiento de los EPO.

Se presentan los resultados del trabajo de campo por medio de las encuestas elaboradas, es importante mencionar que los mismos son presentados en porcentajes totales y dividido tanto por género femenino y masculino.

3.1. Perfil del residente

Las diferentes elecciones en las actividades de ocio, permite establecer segmentos de la demanda; sin embargo, es necesario conocer las necesidades de los usuarios en la ciudad, para lograr una mejor satisfacción en su tiempo relacionados con el EPO.

El análisis de las variables da cuenta de las diferencias y similitudes entre los residentes en la ciudad de Quito. La edad se relaciona en la formación de grupos sociales con similitudes en gustos, categorías del EPO y varios aspectos más.

Es preponderante también la edad al definir las distintas maneras de aprovechamiento del EPO. La relación entre el tiempo y las principales actividades de ocio, demuestran el uso frecuente de los lugares, aún más al referirse con los grupos etarios.

A continuación, se presenta el perfil de las actividades de ocio como resultado del trabajo de campo realizado.

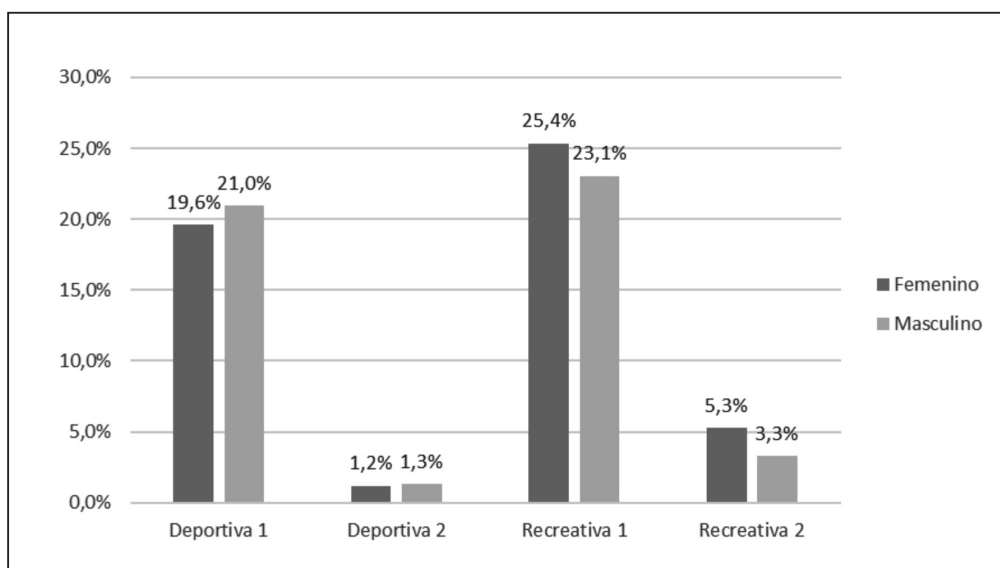


Figura 2. Principales actividades

Previamente en la investigación, al haber clasificado a los EPO de Quito y a las actividades preferidas, la Figura 2 da una panorámica de las predilecciones de los residentes.

En la categoría recreativa 1, se visualiza el predominio del grupo femenino. Estas actividades son realizadas en parques metropolitanos, parques urbanos, parques lineales, parque arqueológico,

miradores y bosques protectores. En la categoría deportiva 1, se encuentra un alto porcentaje del grupo masculino, Los lugares elegidos son ligas barriales y

canchas. Las restantes actividades como deportiva 2 y recreativa 2, aparecen con rangos inferiores para ambos grupos.

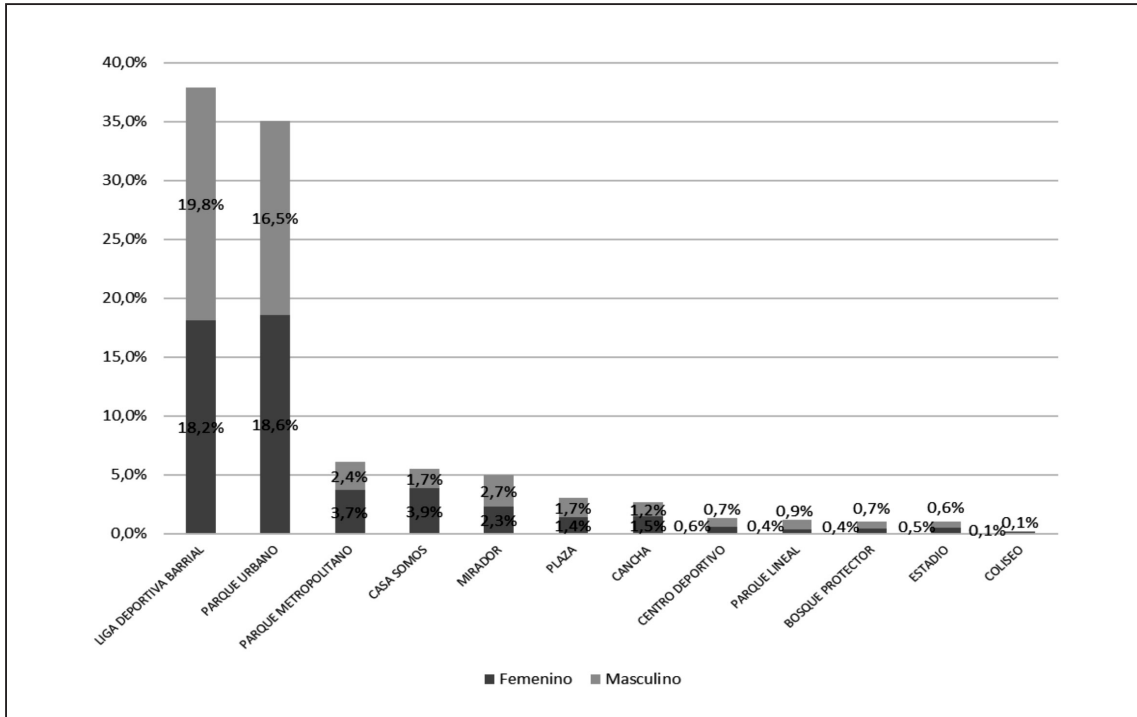


Figura 3. Categorías de EPO donde se realiza las actividades.

La predilección por las categorías de los EPO se basa en su cercanía y servicios. Para el grupo masculino (Figura 3), se observa como primera opción a la liga deportiva barrial y como segunda principal alternativa

al parque urbano; en cambio el grupo femenino elige al parque urbano como la opción más destacada, pero seguida de muy cerca por la liga deportiva barrial. El resto de categorías tienen valores mínimos para los dos grupos.

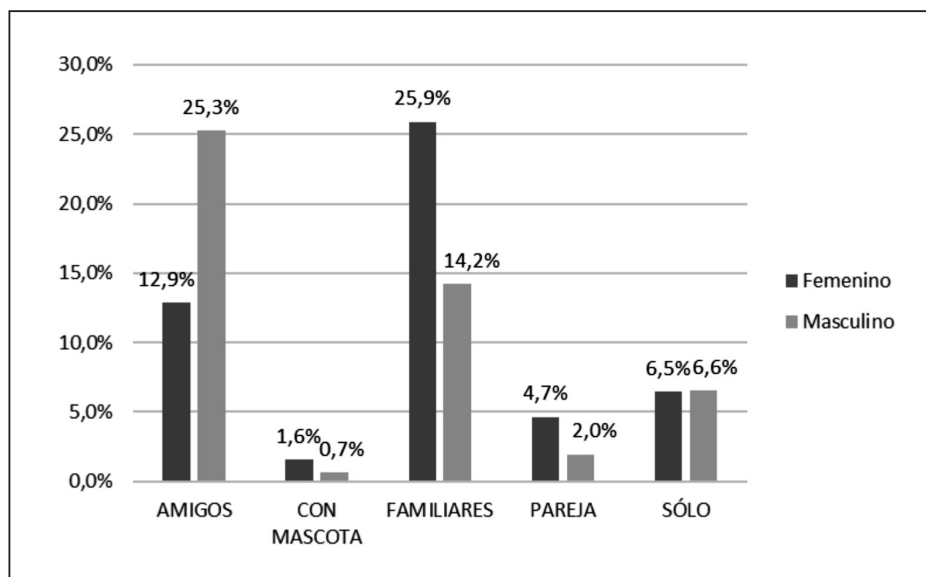


Figura 4. ¿Con quién realiza las actividades?

El análisis de la Figura 4, muestra la elección por el ocio grupal, sobre el individual. Los residentes prefieren visitar los sitios de ocio en compañía de amigos y familiares. Si bien en Quito existen

varios grupos muy adeptos a las mascotas, apenas se registró un porcentaje que no supera el 1,6% de residentes que salen a pasear con sus animales.

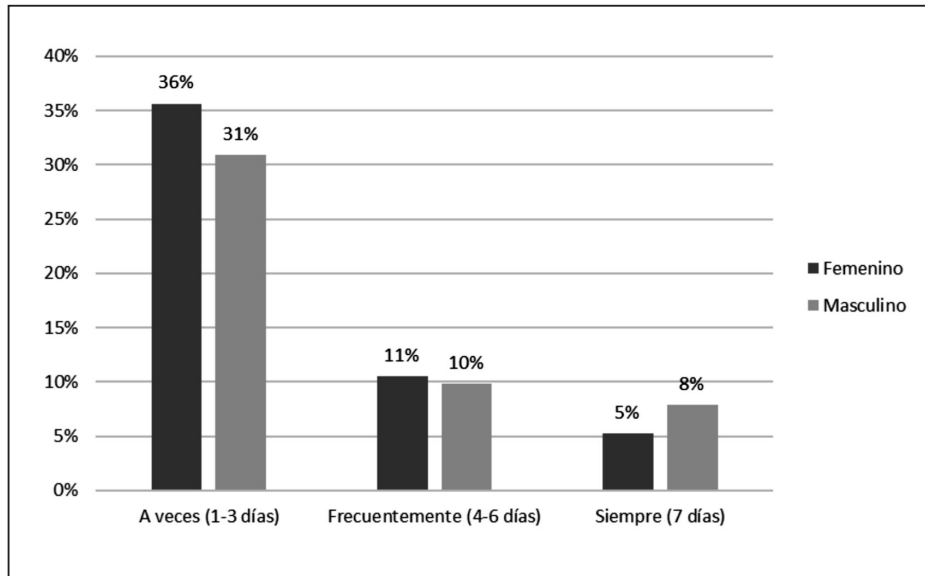


Figura 5. Frecuencia de actividad

Para trabajar con esta variable, se tomó en cuenta a las actividades de ocio practicadas semanalmente. En la Figura 5, se aprecia el predominio de la práctica de actividades de 1 a 3 días realizado en especial los fines de semana. En segundo lugar, se encuentran las

actividades realizadas frecuentemente, y finalmente aparecen las actividades practicadas los 7 días. Se presume que las personas que dedican los 7 días a estas prácticas son personas atléticas y con recomendaciones médicas.

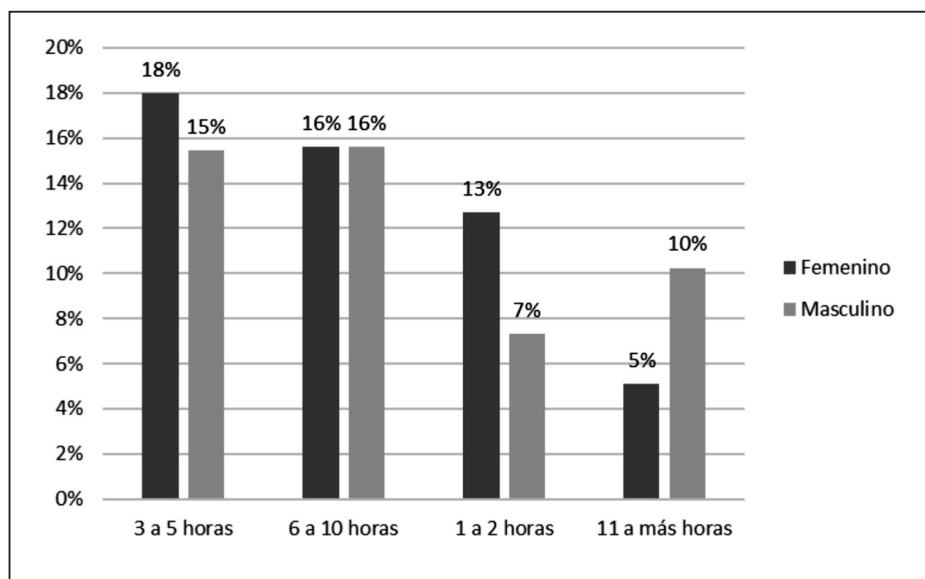


Figura 6. Horas utilizadas en las actividades de ocio

La Figura 6 permite identificar que los residentes en el género femenino prefieren realizar sus actividades de ocio a la semana de 3 a 5 horas; mientras tanto el género masculino como primera opción tiene un disfrute de actividades entre 6 a 10 horas. Como segunda opción se tiene

en las mujeres la práctica de 6 a 10 horas, y en los hombres de 3 a 5 horas. En tercer lugar, se encuentran los rangos que van de 1 a 2 horas, se evidencia la supremacía de las mujeres; en cambio los hombres registran superioridad en actividades de 11 a más horas.

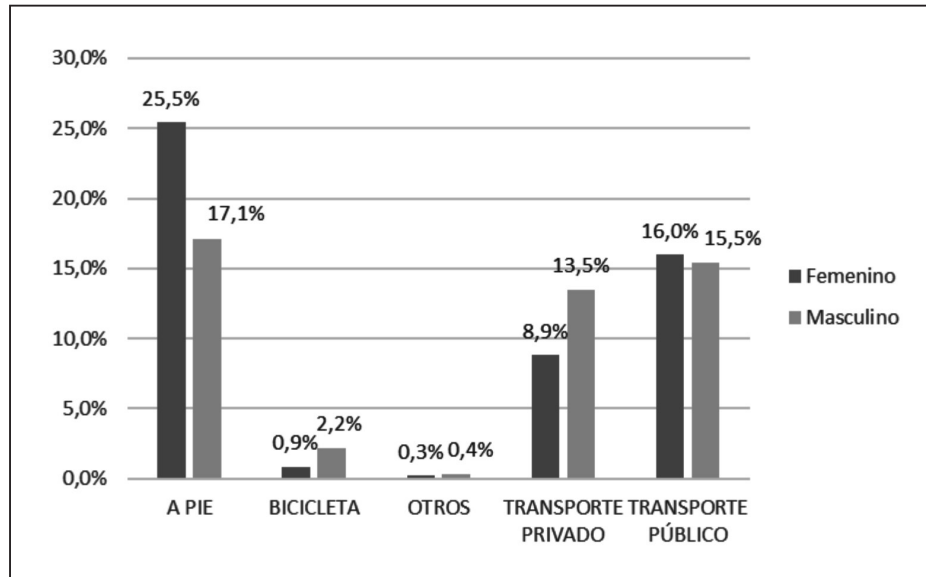


Figura 7. Medio de desplazamiento utilizado

Los residentes (Figura 7) llegan a los EPO a pie por su cercanía con su residencia, luego el transporte público es el preferido. La elección del transporte privado se encuentra en tercer lugar. Las categorías bicicleta y otros medios presentan

valores poco significativos. Es imprescindible señalar que, a pesar de la implementación de vías para ciclistas en algunas zonas de la urbe, la afluencia en los residentes hacia los EPO es aún muy baja.

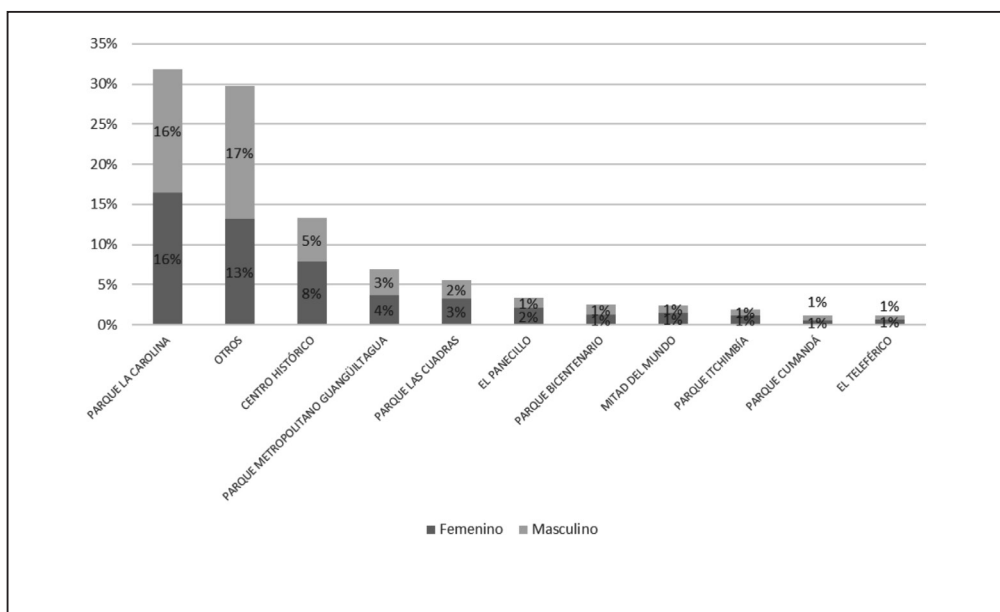


Figura 8. Sitios de la ciudad que más agradan

Los residentes de Quito (Figura 8) les agrada los parques metropolitanos, en el caso de las mujeres, aparece como primera opción, el parque La Carolina, que es uno de los más emblemáticos de la urbe, seguido por una diversidad de opciones que oferta los EPO en la categoría otros. Para el caso de los hombres, la primera opción es la categoría otros, que incluye un sin número de lugares a

escala barrial, luego la predilección por el parque La Carolina. Como tercer lugar aparece el Centro Histórico para ambos grupos. Varios sitios como: El Panecillo, El Teleférico, la Mitad del Mundo, parque Bicentenario, parque Cumandá, parque Itchimbía, parque Las Cuadras y el parque metropolitano Guanguiltagua, son mencionados, pero con menores respuestas.

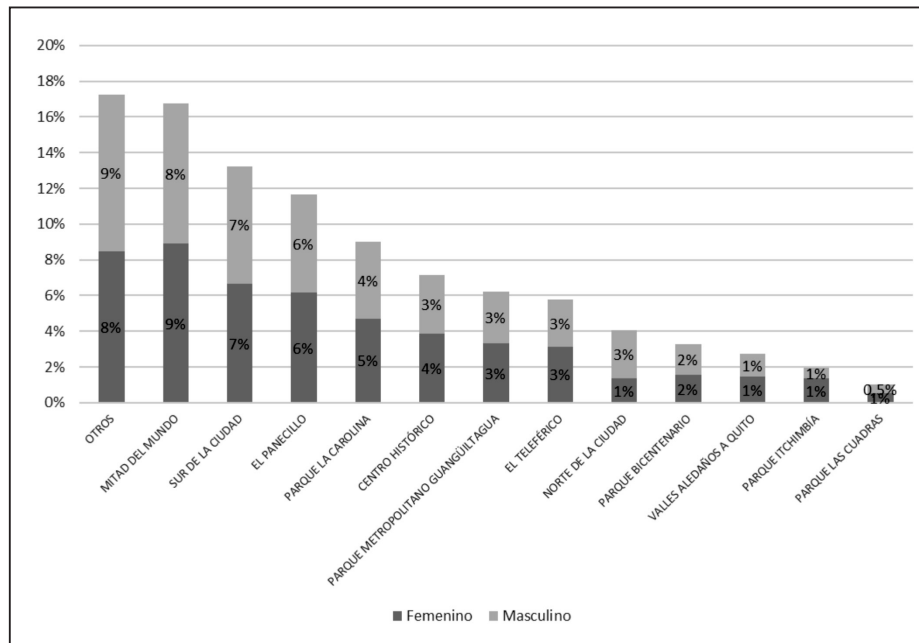


Figura 9. Sitios de la ciudad menos frecuentados

Los residentes femeninos en la ciudad (Figura 9) no han frecuentado a la Mitad del Mundo, seguido por diferentes EPO en la categoría otros y en el tercer lugar, los espacios ubicados en el sur de la ciudad. Por otra parte, el género masculino en primer lugar elige a otros sitios, después se registra la Mitad del Mundo y finalmente la tercera opción también es el extenso sur de Quito. Se identifican sitios menos frecuentados, tal es el caso del Centro Histórico, El Panecillo, el Teleférico, el norte de la ciudad, parque Bicentenario, parque Itchimbía, parque La Carolina, parque Las Cuadras, parque metropolitano Guanguiltagua y valles aledaños a la urbe.

3.2. Análisis por grupos de edades residente

Segmento: 16 a 25 años

El segmento se distingue el aprovechamiento de los EPO a escala barrial, destacándose el parque urbano, el llegar a pie es transcendental en la convivencia

con la ciudad. Este segmento al ser dependiente de sus hogares en la mayoría de los casos, aprovecha el transporte público para llegar a los sitios de esparcimiento. La preferencia para el ocio grupal es una característica importante en la oferta de actividades no individualizadas, es decir los espacios cuentan con servicios de recreación configurados para la actividad grupal.

Los principales comentarios vertidos, dan cuenta de la importancia en la provisión de servicios en un EPO, la sociedad quiteña interactúa en actividades grupales, si bien existen múltiples parques urbanos, la configuración de los parques metropolitanos son el escenario ideal para las diferentes prácticas de ocio, en especial del parque La Carolina, sitio emblemático de la capital de los ecuatorianos.

Segmento: 26 a 35 años

En este segmento empiezan a aparecer diferencias entre el grupo femenino y masculino, es especial en la práctica grupal, las mujeres prefie-

ren a los familiares, entre los hombres la elección es por los amigos. Otro punto importante es la llegada al EPO por parte de los hombres en transporte privado, que a diferencia de las mujeres lo hacen es su mayoría a pie. La Carolina toma fuerza nuevamente en la elección como el sitio que más agrada, al igual que la Mitad del Mundo, como el de menos frecuencia por parte de los residentes, a pesar de poseer transporte privado en especial del grupo masculino. Algunos comentarios llaman la atención sobre la Mitad del Mundo. Al revisar las apreciaciones, es necesario recalcar el conocimiento del residente sobre la cantidad de EPO en la ciudad y aún más el análisis de costos para la toma de decisiones.

Segmento: 36 a 45 años

Avanzando con la investigación de los diferentes segmentos, se reconoce la configuración de los EPO para las prácticas grupales, además se van afirmando las impresiones positivas sobre el parque La Carolina. Las múltiples respuestas sobre el agrado o menor frecuentación, son diversas a lo largo de toda la urbe. Esto va reafirmando la diversidad de lugares reconocidos y utilizados por los residentes.

Segmento: 46 a 55 años

Este grupo por la composición de edad y su fortaleciendo en varias prácticas habituales, disfrutan el caminar hacia los EPO, llama la atención tanto en hombres, como en mujeres la necesidad de compartir su tiempo de esparcimiento con su familia. Si bien a este segmento, les agrada el parque La Carolina, también se refieren como uno de los menos frecuentados. La utilización de los espacios cercanos es evidente, en especial por el apego a las ligas deportivas barriales los fines de semana.

Segmento: 56 a 65 años

Este grupo etario, según los datos analizados, se tiene información indispensable para entender que, mientras aumenta la edad, las experiencias de ocio individual incrementan, al igual que la disponibilidad de días. Si bien la Carolina es un sitio que agrada, a la vez es el de menor frecuencia. Los EPO próximos a la residencia de los habitantes de la ciudad hace que ir a pie, se convierta en una práctica habitual.

Segmento: Más de 65 años

Este segmento es conocido como el de la tercera edad, la alcaldía de turno ha diseñado el sistema integral de atención al adulto mayor, con un eje estratégico que es el recreativo, además de la organización barrial incluyente, el contar con disponibilidad de tiempo, facilita el uso de los parques. No obstante, la casa somos, toma vital significación en las mujeres de este segmento, por las constantes actividades en servicio de la colectividad en especial de los grupos vulnerables.

3.3. Movilidad humana de los residentes en la ciudad de Quito

La Organización Internacional para las Migraciones (2012), define a la movilidad humana como “la movilización de personas de un lugar a otro en ejercicio de su derecho a la libre circulación”. Tomando en cuenta esta definición, el análisis estadístico propuesto se lo hará identificando el lugar de residencia relacionando a la utilidad del EPO.

El primer factor de análisis en la Figura 10, es el aprovechamiento de los EPO de los residentes en su parroquia, lidera en este aspecto Carcelén. En el caso de los residentes de PU de esta AZ, lidera Cotocollao por ser la que su oferta llama atención para los desplazamientos. Nuevamente Cotocollao es la jurisdicción que recibe a más visitantes de otras AZ. Mientras tanto que, los residentes de Ponceano son los que disfrutan de otros sitios de ocio en las parroquias rurales (PR), la conectividad de la avenida Manuel Córdova Galarza aproxima hacia Pomasqui, San Antonio y Calacalí. Los residentes de El Condado son los que más salen hacia otras parroquias en la AZLD. Los residentes del Comité del Pueblo registran el porcentaje más alto de salidas a otras PU fuera de la AZ.

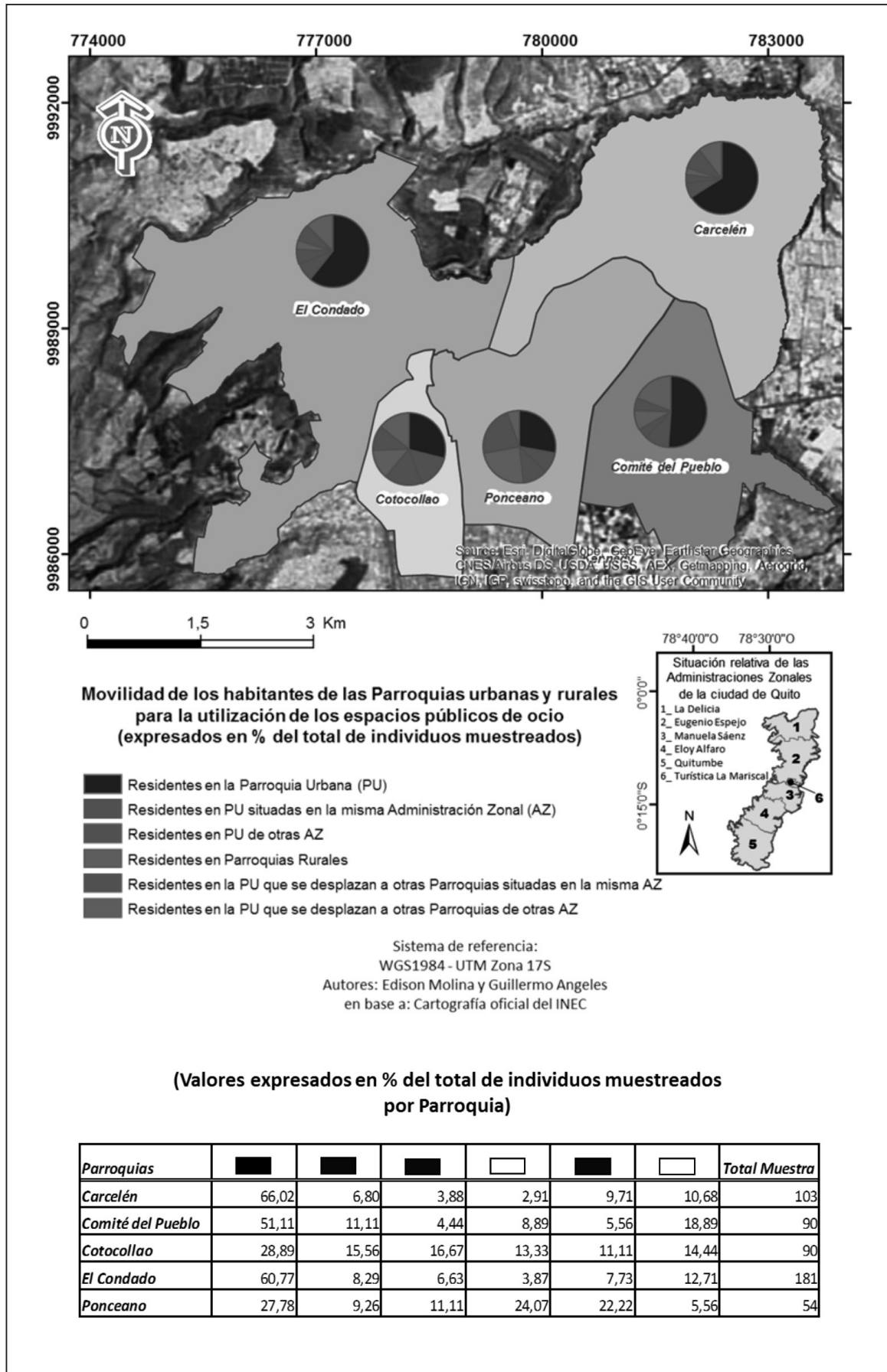


Figura 10. Usos de los EPO en las PU pertenecientes a la AZLD

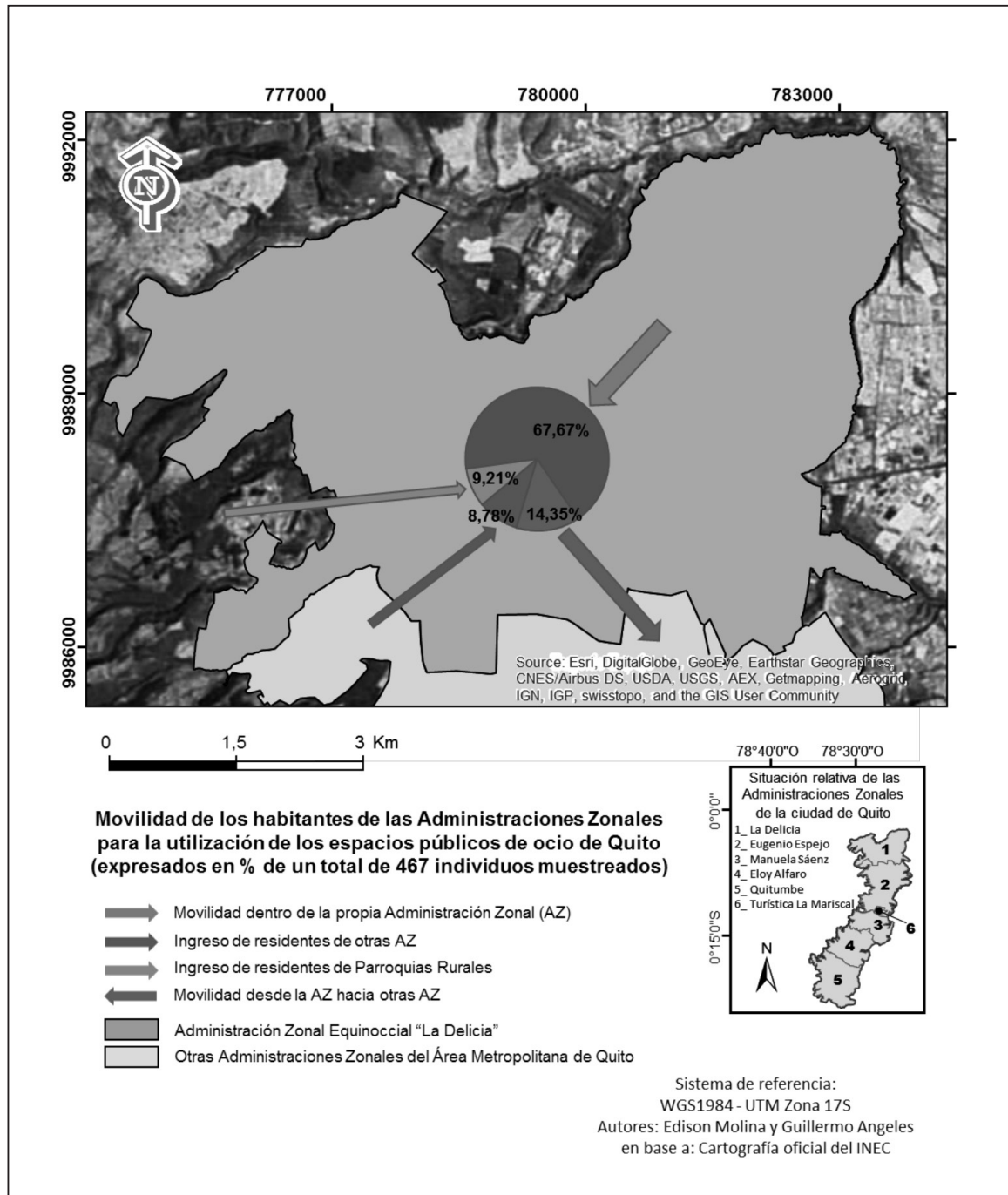


Figura 11. Movilidad de los habitantes de la AZLD para la utilización de los EPO

La Figura 11, da cuenta que los residentes prefieren aprovechar los espacios disponibles para el ocio en su propia AZ; aunque también hay un porcentaje expresado en la complacencia de salir hacia otras AZ; pero

este valor es inferior en relación al ingreso de residentes procedentes de PU fuera de la AZ y de PR. Se observa que visitan la AZLD residentes de 19 PU y también procedentes de PR aledañas.

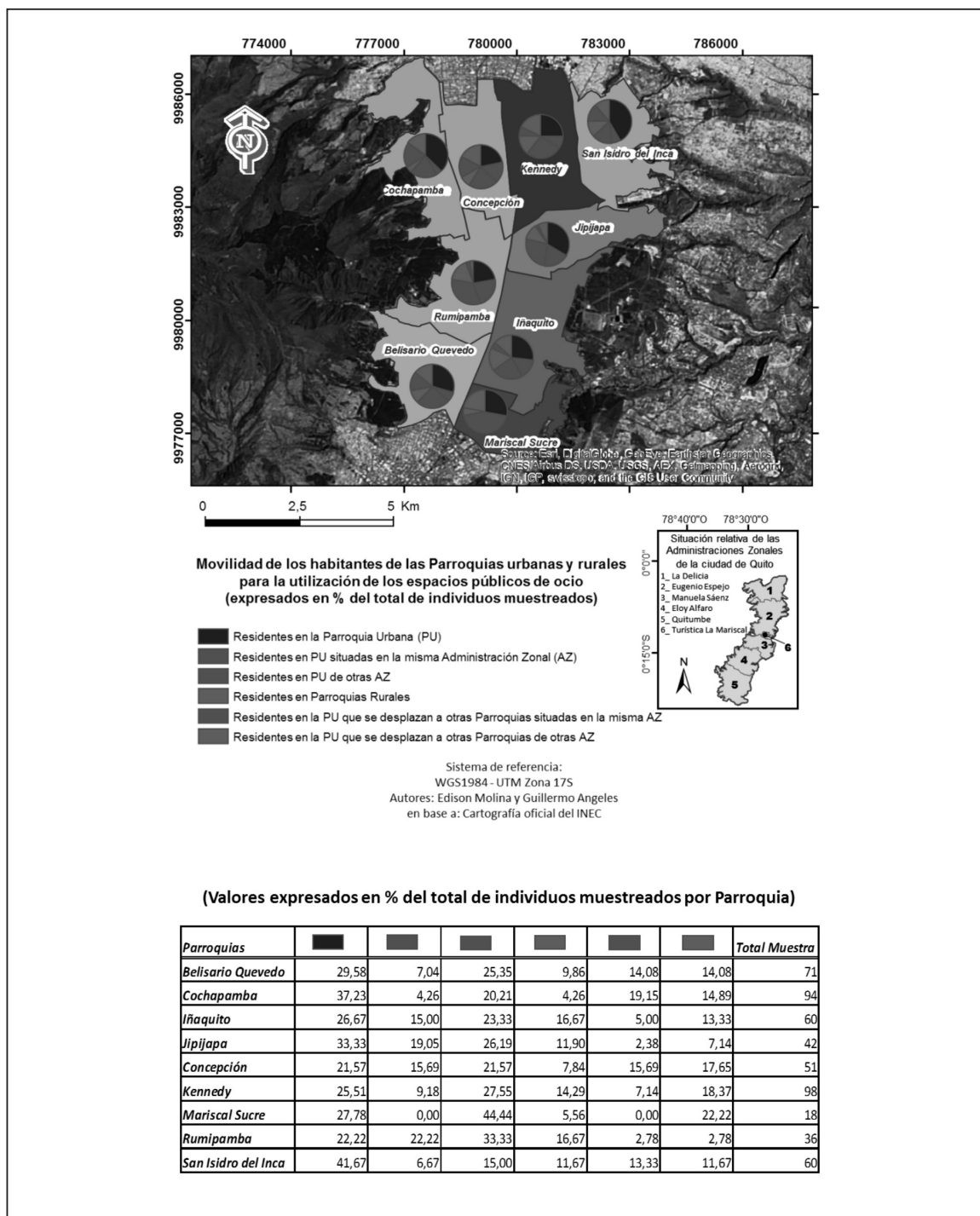


Figura 12. Usos de los EPO en las PU pertenecientes a la AZEE

Al revisar la Figura 12, se observa que los residentes de San Isidro del Inca son los que más aprovechan los EPO en esta AZ. Los residentes de las PU de esta AZ, van mayoritariamente a Rumipamba, es importante mencionar que aquí es atrayente el único parque arqueológico de la ciudad. La parroquia turística de La Mariscal es la preferida para visitarla por otros residentes fuera de la AZ. El espacio preferido es la plaza Foch dentro de la zona rosa de la ciudad. Los

residentes de Íñaquito y Rumipamba son los que más salen a recrearse en PR; si bien no están cerca de ellas, la cotidianidad de las actividades en su entorno hace que prefieran salir hacia las periferias. Los residentes de Cochapamba, ubicada en las laderas occidentales de la ciudad, salen en busca de realización de actividades de ocio en otras parroquias de la misma AZ. Los residentes de Mariscal Sucre, son los ciudadanos con mayor movilidad hacia PU fuera de AZEE.

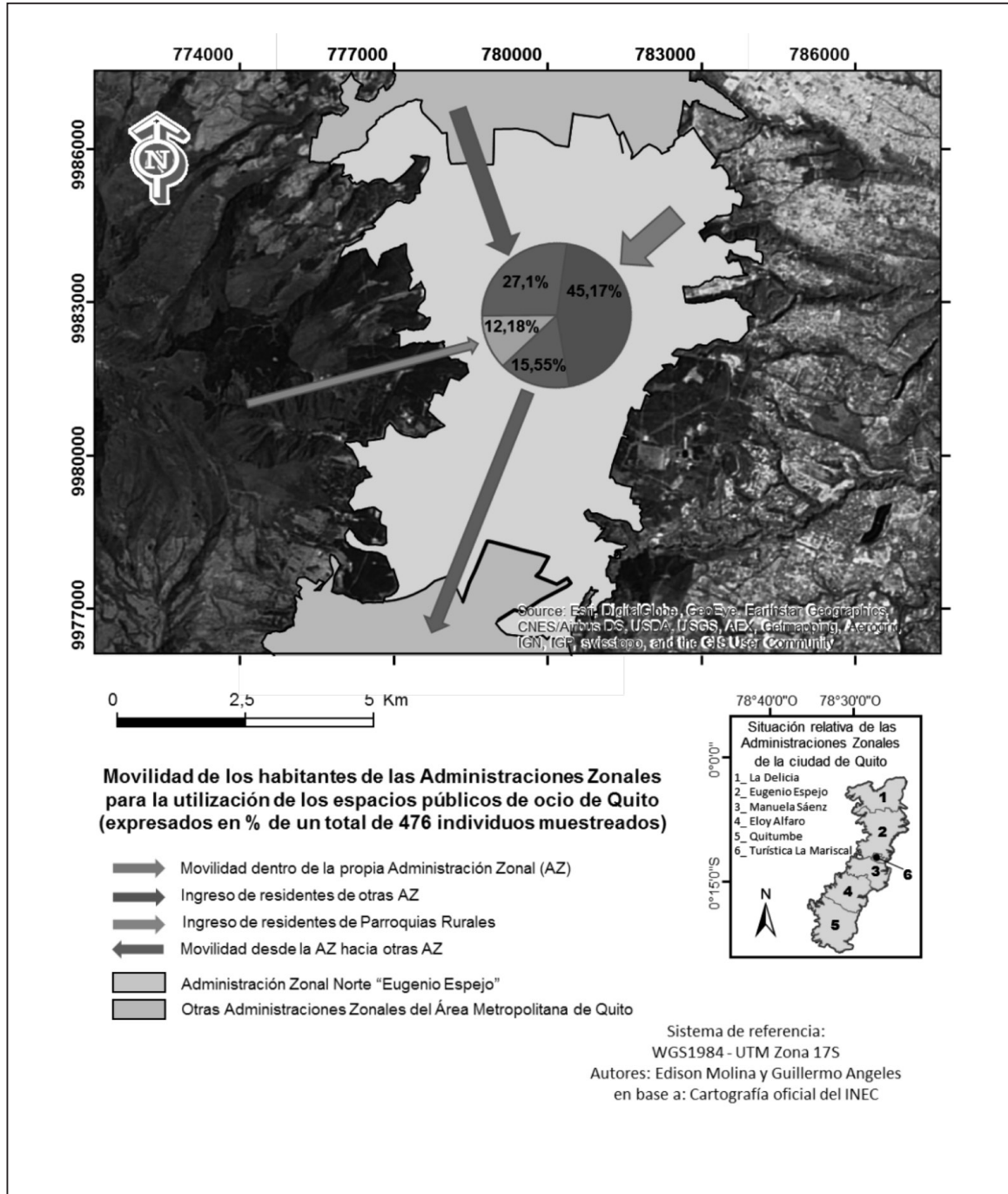


Figura 13. Movilidad de los habitantes de la AZLD para la utilización de los EPO

Los residentes de la AZEE (Figura 13) priorizan la utilización de sus espacios. Por otro lado se observa que el ingreso de residentes de otras AZ es parejo al

número de residentes que salen a otras PU y PR fuera de esta jurisdicción. Al EPO de la AZEE, asisten residentes procedentes de 18 PU, además de PR aledañas.

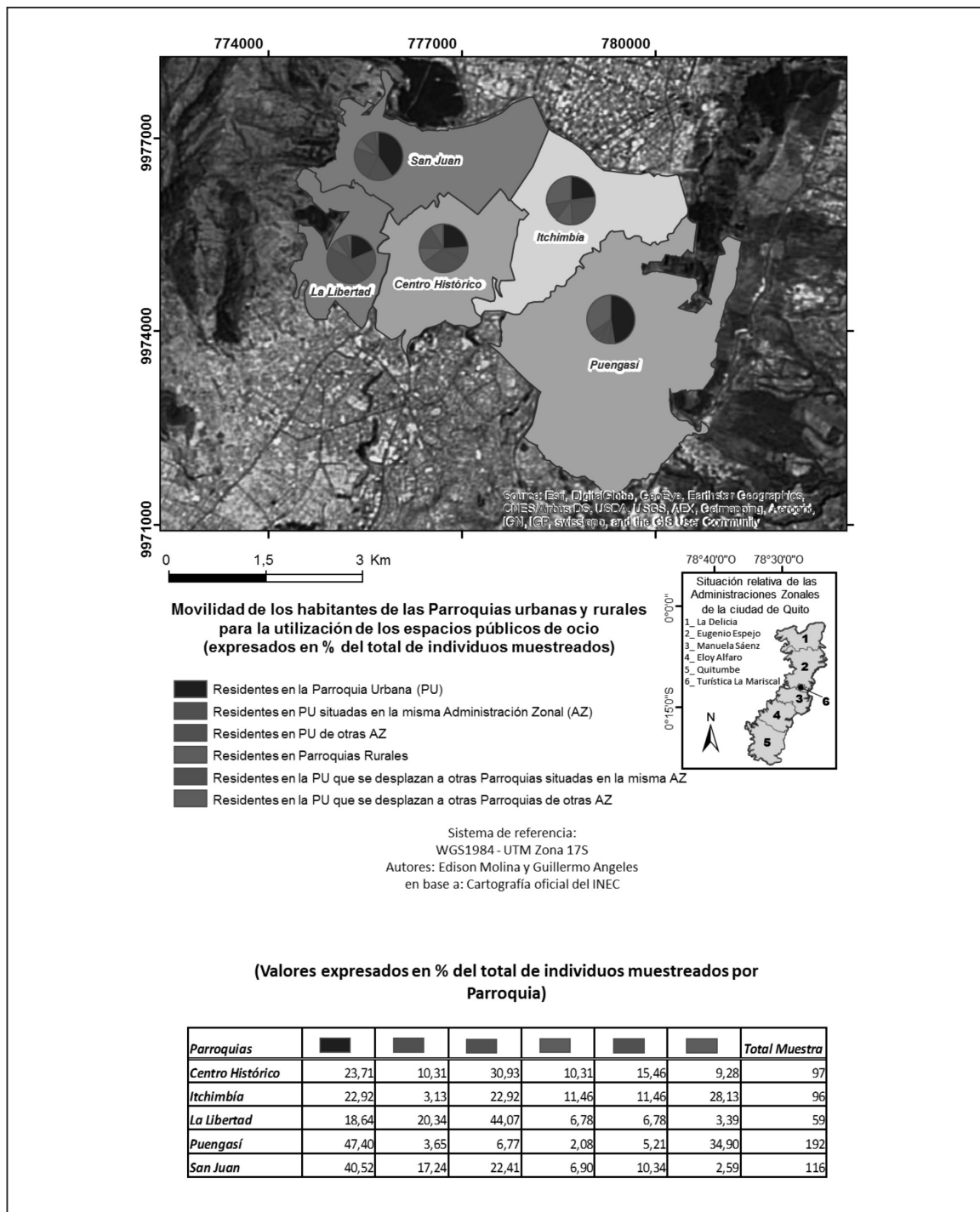


Figura 14. Usos de los EPO en las PU pertenecientes a la AZMS

Los residentes de Puengasí son los que lideran el uso de su EPO en la AZMS, La parroquia la Libertad tiene más residentes recibe procedentes de las otras 4 PU que integran la AZ. Al igual que el ítem anterior, La Libertad recibe también, a residentes procedentes de otras AZ. Es importante señalar que acá se encuentra uno de los miradores más llamativos de Quito, como es la Cima de la Libertad. Los residentes de It-

chimbia y Centro Histórico presentan los porcentajes más representativos para salir hacia las PU de la AZ y PR. Cabe destacar que estas parroquias son centrales y viven diariamente la carga vehicular (Figura 14).

Los residentes de Puengasí si bien aprovechan sus sitios de ocio, también son los que más se dirigen hacia otras parroquias de otras AZ.

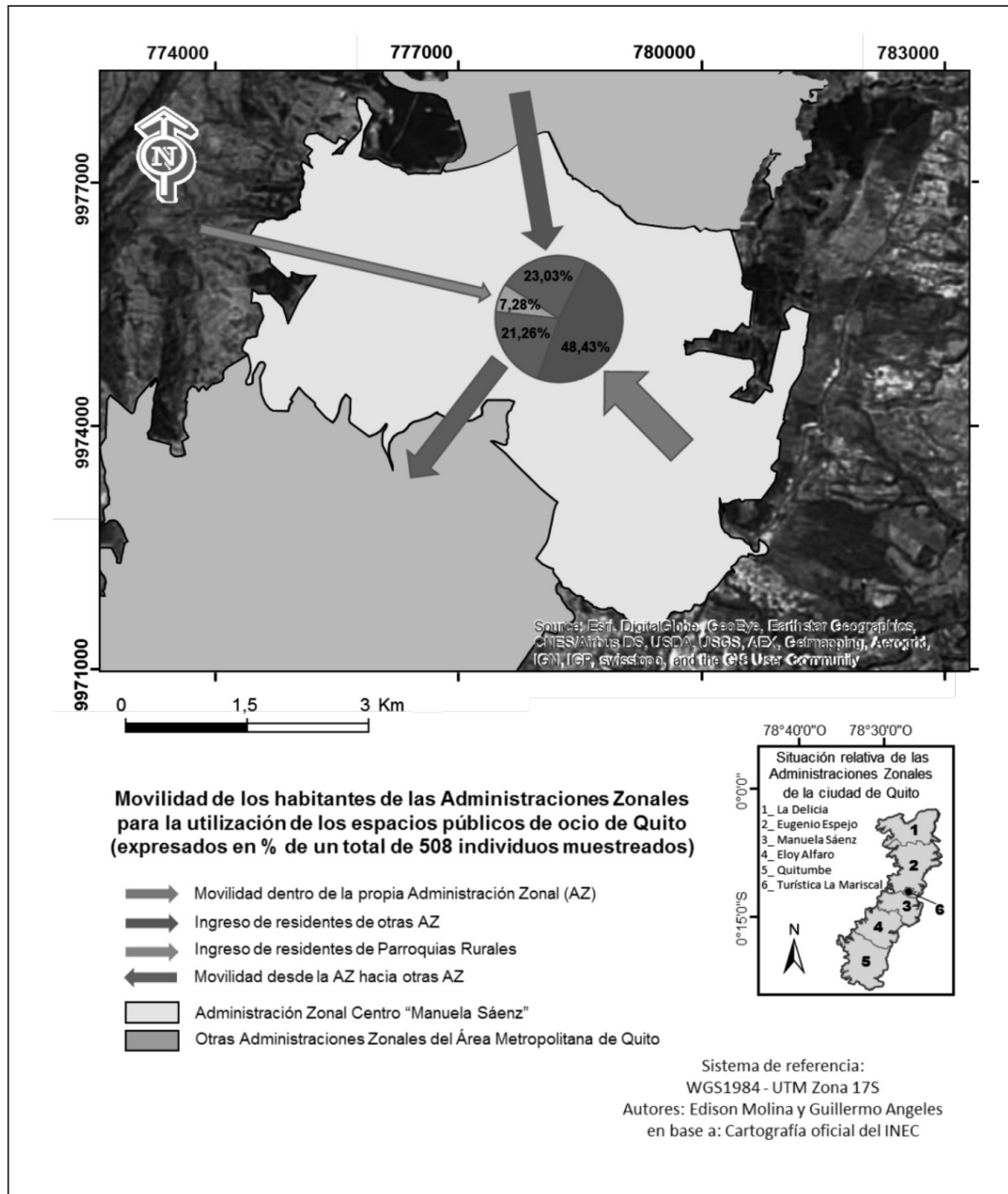


Figura 15. Movilidad de los habitantes de la AZMS para la utilización de los EPO

Los residentes de la AZMS (Figura 15), aprovechan sus EPO como primera opción. A pesar de ser está la AZ concentra la mayor cantidad de atractivos turísticos de la ciudad La salida de los

residentes de esta AZ central es mayor que los ingresos de otros residentes. Se visualiza la presencia de residentes de 27 PU, además de ciudadanos procedentes de PR.

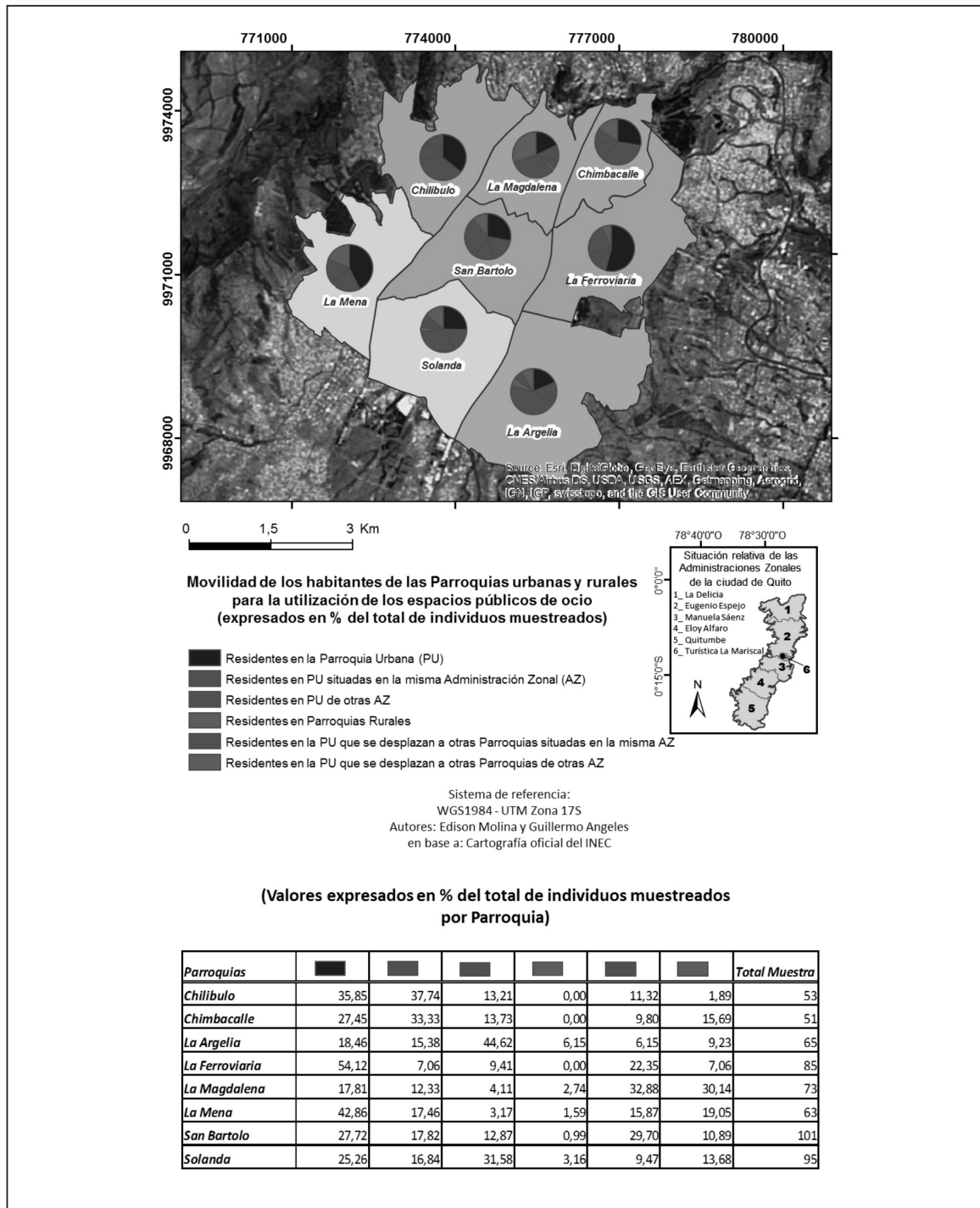


Figura 16. Usos de los EPO en las PU pertenecientes a la AZEA

La representación de la Figura 16, se visualiza un mayor uso del EPO por parte de los residentes de La Ferroviaria. En Chilibulo y Chimbacalle concurren a utilizar los sitios públicos de ocio residentes de las restantes parroquias de la AZEA. A pesar de estar ubicada en una zona montañosa y en algunos tramos de difícil acceso, La Argelia registra el mayor ingreso de residentes procedentes de otras AZ. La movilidad a ligas deportivas ba-

rriales es un fuerte motivo para este resultado. Los residentes de la AZEA en muy pocas cantidades salen a PR; sobre esta particularidad se destaca La Argelia, aunque es un porcentaje poco significativo. Los residentes de La Magdalena, son los que más van a otras parroquias de la misma AZ; además de salir fuera de esta jurisdicción. El factor principal de estas prácticas, es la falta de EPO acorde a las necesidades de los ciudadanos.

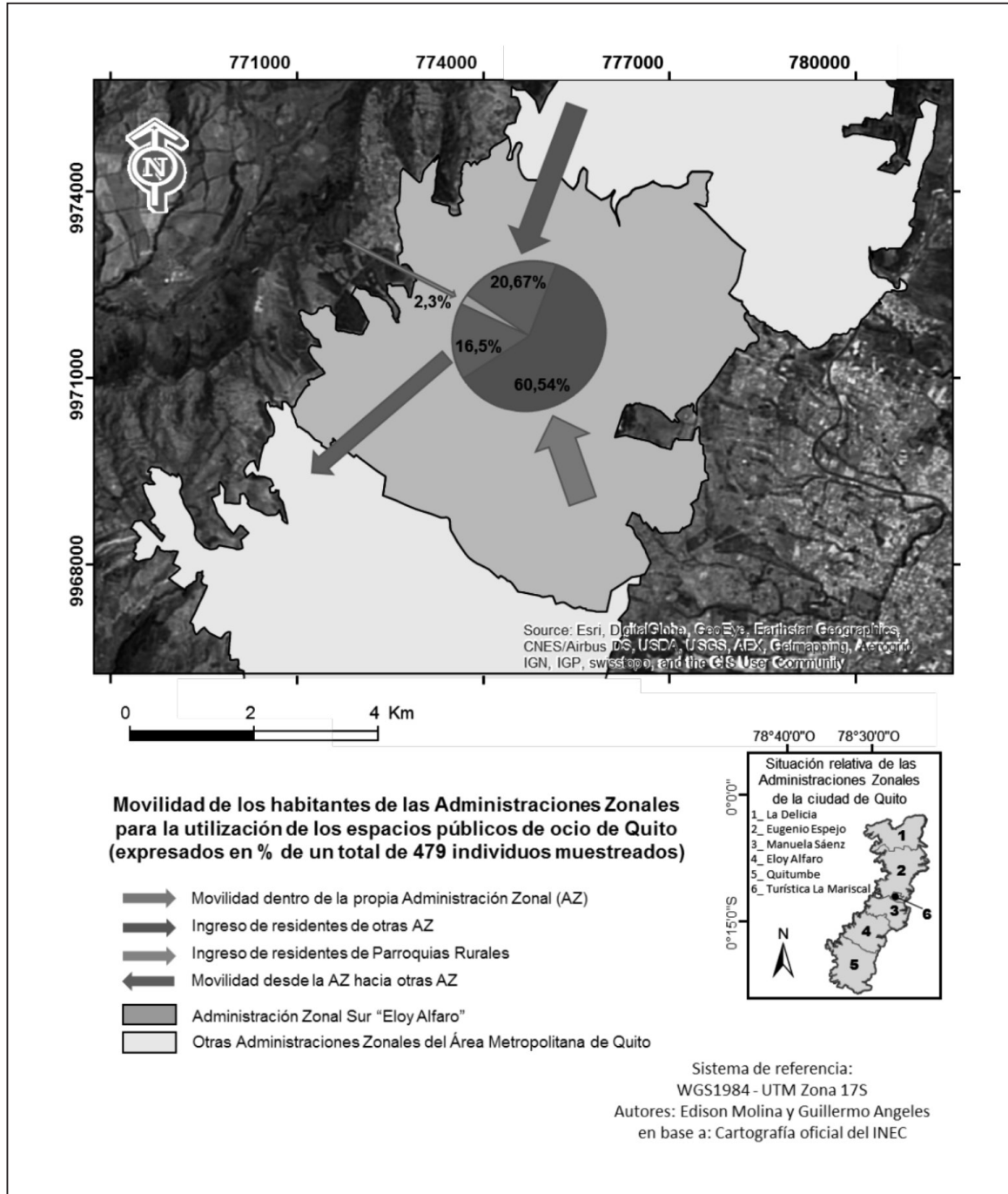


Figura 17. Movilidad de los habitantes de la AZEA para la utilización de los EPO

Los residentes de la AZEA (Figura 17), están presentes prioritariamente en sus espacios configurados para el ocio. Se registra en segundo lugar ingresos de residentes de otras AZ, en especial de la AZEA. La movilidad de residentes a esta AZ es de

18 PU. Se observa en menor porcentaje la salida de los residentes hacia otras jurisdicciones zonales; y por último existe un porcentaje infimo de residentes de PR, la más cercana es la de Lloa.

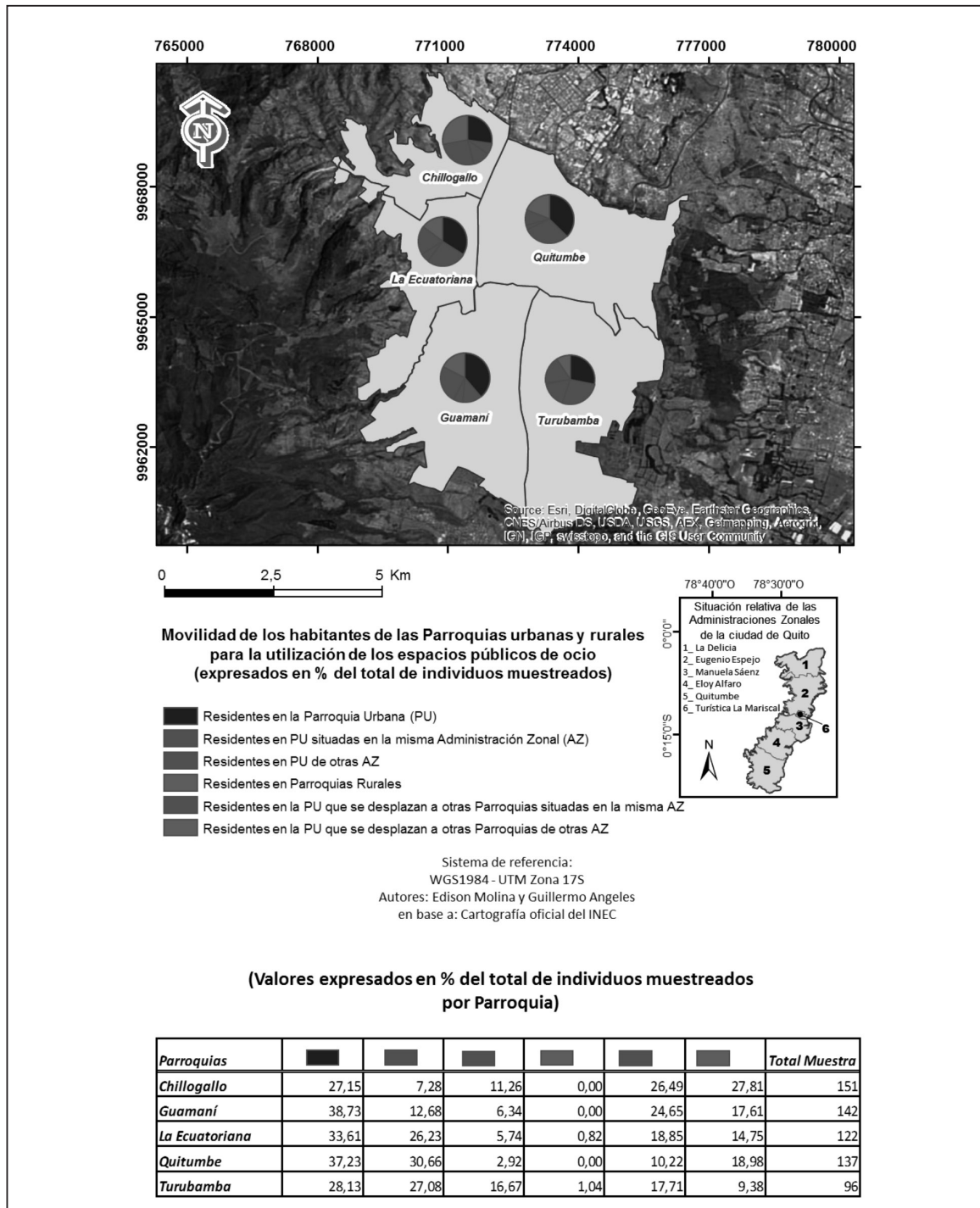


Figura 18. Usos de los EPO en las PU pertenecientes a la AZQ

En la Figura 18, Guamani es la parroquia que presenta el porcentaje más alto en la práctica del ocio en sus espacios. Quitumbe y La Ecuatoriana son las principales parroquias en recibir a residentes procedentes de las restantes PU de la AZQ. Si bien la ubicación en el extremo sur de la ciudad de Turubamba, los residentes de esta AZ se concentran en mayor número

en la misma. No se encontraron datos representativos de movilidad de los residentes hacia las PR. Los residentes de Chilllogallo y Guamani, dan usos a los diferentes EPO en otras parroquias dentro de la AZQ. Complementando el dato anterior, los residentes de Chilllogallo son los que más salen fuera, en especial a la AZEA, que se encuentra muy próxima a la misma.

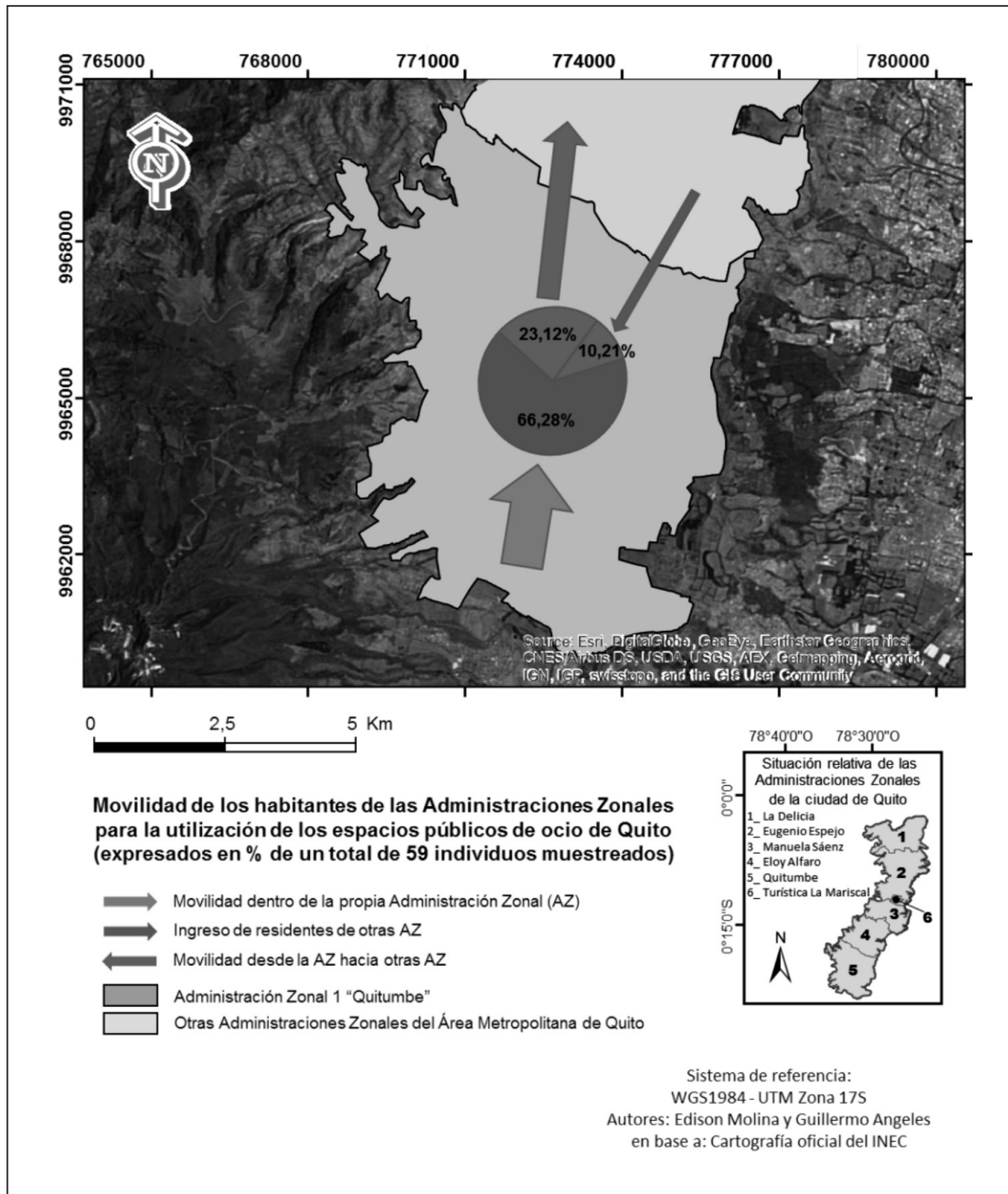


Figura 19. Movilidad de los habitantes de la AZQ para la utilización de los EPO

La movilidad dentro de la AZQ (Figura 19) es el principal dato a tomar en cuenta; sin embargo, se puede notar un ingreso medio de otros residentes a

la AZQ recibe apenas residentes de 3 PU, a más de PR; y finalmente un menor porcentaje de residentes que salen a otras AZ.

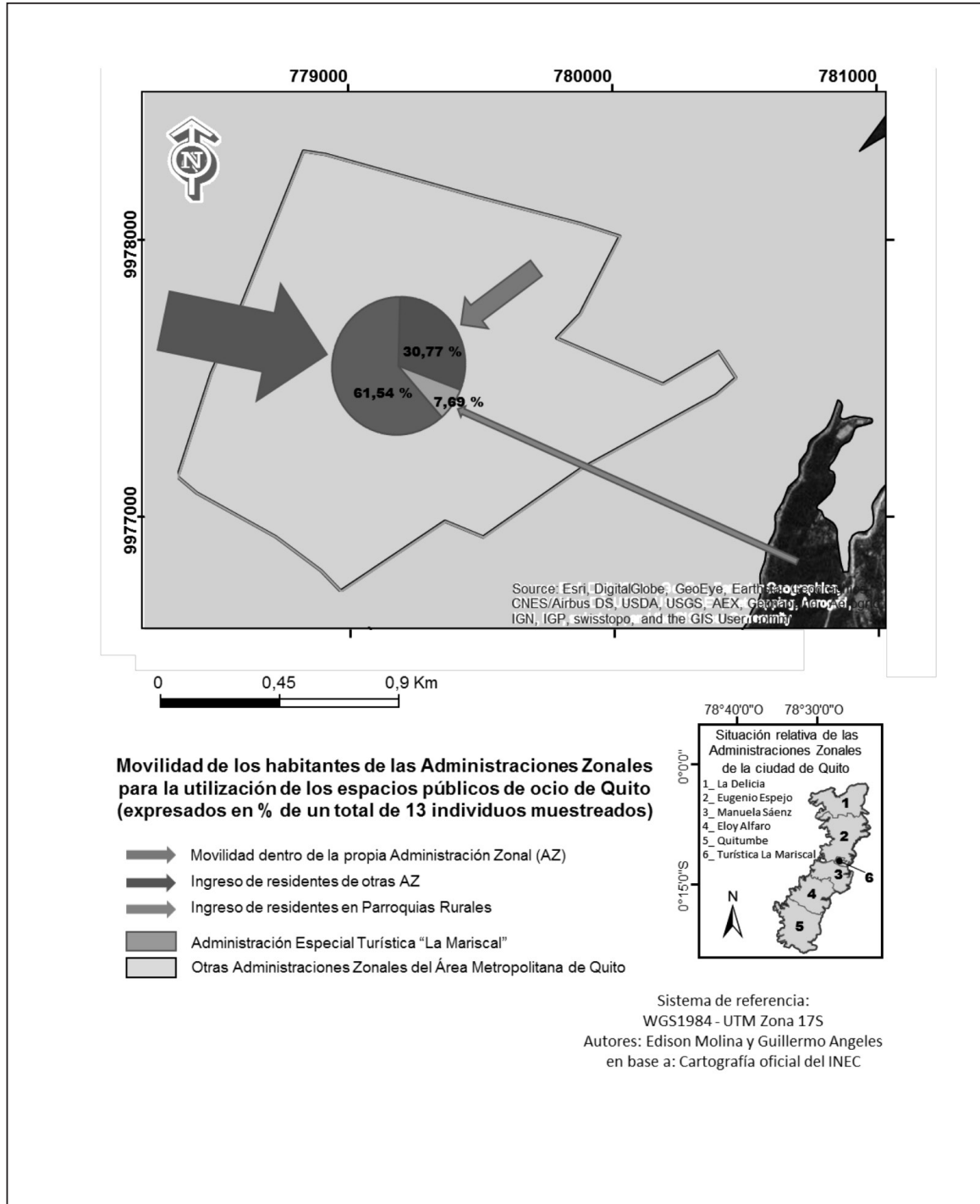


Figura 20. Movilidad de los habitantes de la AETM para la utilización de los EPO

Como primera parte se deja constancia que no se presenta el mapa de usos de EPO, porque la AETM, es apenas, una porción de la parroquia Mariscal Sucre, el restante territorio se encuentra en la AZEE. En el caso de la movilidad (Figura 20), se observa un mayor ingreso de residentes de otras AZ,

esto debido a la importancia del lugar como centro de entretenimiento en la urbe. Según el estudio realizado, recibe residentes de 3 PU. Aparece finalmente un pequeño número de ciudadanos procedentes de las PR, esto dato obedece a lo céntrico de esta AZ, en relación a las poblaciones alejadas del DMQ.

4. Conclusiones

Los residentes de diferentes barrios, han generado sentimientos de pertenencia sobre los EPO, haciendo que el deporte y la recreación generen convivencia con amigos y familiares. El análisis realizado sobre la movilidad humana en la ciudad da cuenta de la preferencia en utilizar sus EPO por la afectividad hacia estos sitios, además de otros factores como los medios de transporte y cercanía. El ocio colectivo es notorio por las actividades propuestas en los EPO; aunque a partir de los 56 años se ve un aumento considerable en las prácticas del ocio individual.

El alargamiento de la ciudad, sin duda hace que los desplazamientos de norte a sur sean complicados, esto es una limitante para la toma de decisiones en acudir a nuevos lugares destinados al ocio. Si bien el residente utiliza mayoritariamente los EPO de su parroquia, el sitio de mayor reconocimiento en la capital es el parque de La Carolina, sin duda se encuentra muy bien posicionad. La preocupación por el mantenimiento, mejoramiento en

las instalaciones y servicios hacen que este sea un referente, razones fundamentales para que los residentes quieran parques de similares características a escala barrial.

Las características de la población por los factores definidos, precisaron el perfil del residente de las actividades de ocio en base al grado, forma y el tiempo destinado en el espacio público. Se obtuvieron resultados tomando como base 6 grupos etarios que van de 16 a 25 años, 26 a 35 años, 36 a 45 años, 46 a 55 años, 56 a 65 años y más de 65 años. El reconocimiento de los principales lugares de práctica, desplazamiento, frecuentación entre otros aspectos, dan las pautas necesarias para determinar que la configuración de los EPO responde a las necesidades generacionales y no a una estandarización general. Es importante destacar el ámbito geográfico, en relación a las actividades del ocio cotidiano practicado en la urbe. Son dos aspectos relevantes al momento de planificar en base a las necesidades locales y a las exigencias externas.

Referencias

- ArcGis Resources. (2017). *Introducción ArcGis*. Recuperado de <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>.
- Ercolani, P. (2005). *Configuración socio-espacial urbana: el espacio del ocio en Bahía Blanca. Estado actual y propuestas de futuro*. Tesis Doctoral en Geografía. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador*.
- Molina Velásquez, E., Ercolani P., & Ángeles, G. (2016). La construcción de los espacios públicos de ocio en la ciudad de Quito. *Revista Siembra*, 3. 123-146.
- Municipio de Quito. (2017). *Creación del Distrito Metropolitano de Quito*. Recuperado de <http://www.quito.gob.ec/>.
- Organización Internacional para las Migraciones. (2012). *Gestión Fronteriza Integral en la Subregión Andina. Módulo de capacitación para una gestión fronteriza integral que garantice los derechos humanos de las personas en movilidad y combata la trata de personas y el tráfico ilícito de migrantes*. Primera edición, Lima.
- Organización Mundial de Turismo. (2017). *Entender el turismo: Glosario Básico*. Recuperado de <http://media.unwto.org/es/content/entender-el-turismo-glosario-basico>.
- Resolución N° 350. Concejo Metropolitano, Quito, Ecuador, 07 de junio de 2012. <http://www.quito.gob.ec/>

Diversidad de aves del campus universitario de la Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

Diversity of birds at the university campus of the Central University of Ecuador, Quito, Ecuador

William Andrés Arteaga-Chávez¹

✉ : arteagawilliam95@yahoo.es

*¹ Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad Central del Ecuador, Yaguachi y Sordiro.
Quito. Ecuador*

Resumen

Se efectuó un muestreo de la avifauna en dos áreas del campus de la UCE: la Ciudadela Universitaria y el área de la Facultad de Cultura Física. El trabajo de campo tuvo lugar entre octubre y diciembre de 2016. Se registraron 26 especies, pertenecientes a 14 familias; 4 especies son migratorias boreales y el resto son residentes. En esta comunidad de aves la especie más dominante fue la Tórtola Orejuda (*Zenaida auriculata*). Las familias más diversas fueron la Thraupidae, la Trochilidae y la Tyrannidae, respectivamente. Los gremios tróficos representados con mayor número de especies fueron los granívoros y los insectívoros. La estructura florística del campus universitario está compuesta en su mayoría por árboles ornamentales introducidos y pocos remanentes de plantas nativas, que en conjunto cubren una extensión de 70 hectáreas. Los datos obtenidos sugieren que en el área de estudio existe una variedad de recursos disponibles que soportan a esta comunidad de aves. Por lo tanto, del adecuado mantenimiento de sus ambientes artificiales y naturales depende el futuro de las especies que ahí residen y de las que visitan en épocas de migración.

Palabras clave: Aves, gremio trófico, introducida, migratoria, residente.

Abstract

A sampling of birds was carried out in two areas of the UCEs campus: the University Citadel and the surroundings of the Faculty of Physical Culture. Fieldwork took place in October-December 2016. A total of 26 species of 14 families were registered. Four species are boreal migratory while the rest are residents. Within this bird community, it was determined that the Eared Dove (*Zenaida auriculata*) was the dominant species. The most diverse families were the Thraupidae, the Trochilidae and the Tyrannidae, respectively. Trophic guilds -with more species- were granivores and insectivorous. The floristic structure of the university campus is composed mostly of introduced ornamental trees and few remnants of native plants, which together cover an area of 70 hectares. The data obtained suggest that there is a variety of available resources that support this community of birds. Therefore, the future of the resident species and those that visit the study area during the migration season, depends on the proper maintenance of their artificial and natural environments.

Keywords: Birds, trophic guild, introduced, migratory, resident.

1. Introducción

Ecuador es considerado uno de los países más ricos del planeta en términos de diversidad biológica y cultural. Su privilegiada ubicación geográfica en el neotrópico, su variado relieve e influencia de corrientes marinas, confluyen para construir el escenario de las más variadas formas de vida. Así también, la presencia de la Cordillera de los Andes ha sido esencial para una alta concentración de especies de aves, permitiendo considerar a Ecuador como uno de los 17 países megadiversos (Herrera & Lasso, 2014). Si se toma en cuenta las cifras reportadas de especies de aves, Ecuador tiene 1651 especies (McMullan & Navarrete, 2017), ocupando el cuarto lugar al mundial. Esta situación privilegiada le otorga al país una gran ventaja comparativa y competitiva para la actividad aviturística, es por ello que el ecoturismo y turismo de naturaleza (observación de fauna y flora) en nuestro país, tienen una alta demanda y se ubican en primer lugar con respecto a otras actividades turísticas (Tourism & Leisure Advisory Services, 2009).

Sin embargo, la continua transformación y destrucción de hábitats por el cambio de uso de suelo para el desarrollo de la agricultura y la ganadería extensiva, y por la generación del rápido crecimiento de centros urbanos, representan una de las amenazas más serias para las poblaciones de aves (Ezcurra, 2003; Fernández-Juricic *et al.*, 2005). Esto se traduce en una drástica modificación de las comunidades biológicas y disminución de la riqueza original (Cam *et al.*, 2000). De igual modo, se ha documentado que la riqueza y diversidad de especies de aves generalmente decrece con la urbanización (Chace & Walsh, 2006), favoreciendo la dominancia de pocas especies (Beissinger & Osborne, 1982), que responde a diversos factores ecológicos como el tamaño, grado de aislamiento y la heterogeneidad espacial (Urquiza & Mella, 2002).

El campus de la UCE es un ejemplo de estos procesos, contiene especies introducidas de árboles y arbustos que han sido cultivados con fines ornamentales dando menos importancia a la siembra de especies vegetales nativas de la zona andina que puedan atraer y sustentar una mayor diversidad de aves propias de la región.

Los campus universitarios son de especial interés en este sentido por mantener un carácter de islas verdes mientras las áreas circundantes sufren cam-

bios a menudo más marcados (Stiles, 1990). Ofrecen la oportunidad de estudiar las relaciones de sus comunidades en una escala temporal. Al igual que las islas reales, el tamaño del área y la diversidad de hábitats pueden influir de manera significativa en la riqueza y abundancia de las especies que habitan en ellas (Urquiza & Mella, 2002). En Ecuador son limitados los estudios sobre la composición ornitológica que existe en las áreas verdes de los campus universitarios y la importancia ecológica que estas tienen, ya que influyen directamente en la estructura y composición de las comunidades de aves que viven ahí. La investigación rápida de la comunidad ornitológica del campus universitario de la UCE pretende señalar la importancia de conservar, restaurar y diseñar áreas verdes en el interior de los campus universitarios, mismas que pueden albergar una riqueza de aves representativa respecto de la riqueza avifaunística total de la ciudad de Quito.

El objetivo de este estudio fue determinar la diversidad de avifauna del campus de la UCE y caracterizar en gremios tróficos.

2. Materiales y métodos

El estudio se efectuó en el campus de la UCE, ubicado en el centro-norte de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, Ecuador (Figura 1). Corresponde al ecosistema Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes (Ministerio del Ambiente del Ecuador-MAE, 2013) y a la formación vegetal Matorral húmedo montano, sector norte y centro de los valles interandinos, subregión norte y centro (Valencia *et al.*, 1999).

La primera área fue la Ciudadela Universitaria, coordenadas (N/S -0.2016051; E/O -78.5021558) y su altitud 2825 m.s.n.m. Se ubica en el interior del perímetro urbano y en su mayoría está compuesta por plantas ornamentales introducidas (e.g., *Nerium oleander*, *Callistemon citrinus*) y pocas especies nativas (e.g., *Inga insignis*, *Prunus serotina* subesp. *capuli*). La segunda área, coordenadas (N/S -0.1970776; E/O -78.5146858) y su altitud 2965 m.s.n.m. Ubicada justo al borde del perímetro urbano correspondiente a la Facultad de Cultura Física, misma que se encuentra a un costado de la Avenida Mariscal Sucre. Atrás de esta facultad se encuentra una pequeña franja fragmentada de matorral andino, seguido por dos canchas deportivas de la Facultad y el Barrio El Armero. Esta pequeña franja se conecta el cinturón de bosque de Eucalipto

que bordea paralelamente las faldas del volcán Pichincha. La mayoría de las plantas de esta área son introducidas (e.g., *Callistemon citrinus*, *Acacia*

melanoxylon) y en menor cantidad plantas nativas (e.g., *Passiflora ligularis*, *Baccharis latifolia*, *Bomarea* sp).

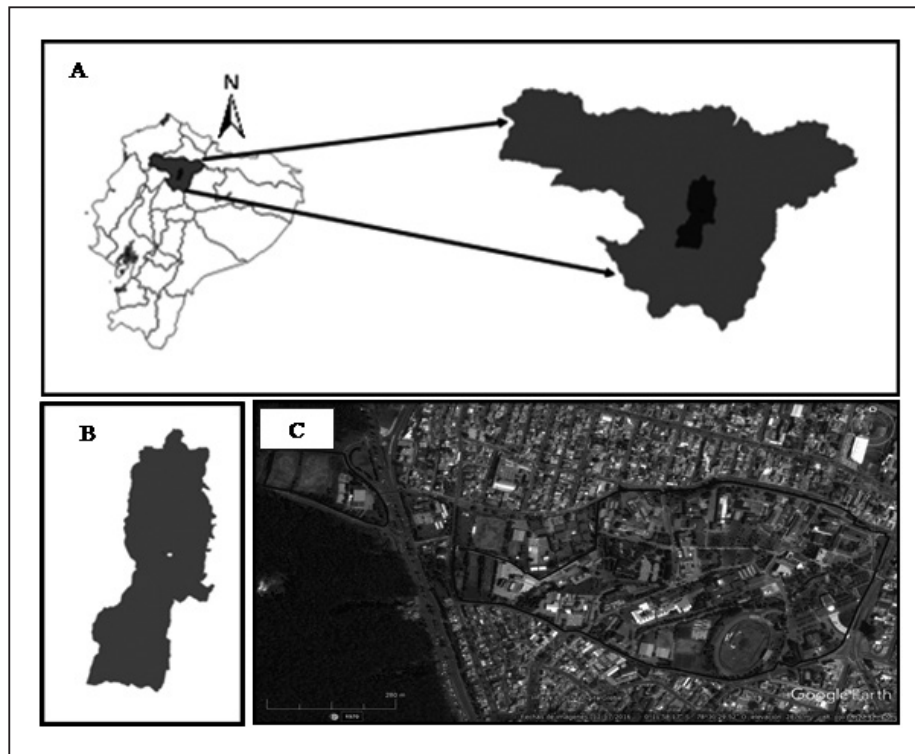


Figura 1. A) El Ecuador con la provincia de Pichincha. B) Quito. C) Área de estudio campus universitario de la UCE, Facultad de Cultura Física (izquierda) y Ciudadela Universitaria (derecha), realizado en Google Earth 2016.

Para el registro de especies se utilizó la metodología de Puntos de Conteo propuesta por Ralph *et al.* (1996), estableciendo nueve puntos distribuidos de la siguiente manera: seis en la ciudadela que está dentro del perímetro urbano y tres en el borde del perímetro urbano.

El tiempo de observación en cada punto fue de 15 min, empezando desde las 07h00 hasta las 10h00 sumado el tiempo de desplazamiento entre un punto y otro, cubriendo la totalidad de puntos en 3 horas por día. El registro de aves en el campus de la UCE se realizó en los meses de octubre a diciembre del 2016, los miércoles de cada semana. En cada punto se registró de forma auditiva y visual las especies de aves y el número de individuos, y en algunos casos se determinó el sexo y la edad. Para el avistamiento se usó binoculares Brunton 8x45 y una cámara Nikon 3200, con un lente de 55-200 mm para registros fotográficos. Para la determina-

ción de especies se usó las guías de campo Aves del Ecuador (Ridgely & Greenfield, 2006) y Fieldbook of the Birds of Ecuador, Including the Galápagos Islands (MacMullan & Navarrete, 2013). La taxonomía y nomenclatura usada sigue la propuesta del South American Classification Committee, American Ornithologists' Union (Rensen *et al.*, 2017) y para nombres en español, se usa los propuestos por el Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos (Freile *et al.*, 2015).

ANÁLISIS DE DATOS: Para tener una aproximación del número de especies que se puede encontrar en el campus de la UCE, se construyó una curva de acumulación de especies (Colwell & Coddington, 1994), a partir de los estimadores de riqueza no paramétricos ACE y Chao 1 que son usados cuando se tiene abundancia y Chao 2 usado con datos de presencia-ausencia, siendo Chao 1 y 2 los más rigurosos y menos sesgados (Villareal *et al.*, 2004).

Estas pruebas se realizaron en el programa Estimates 9.1 (Colwell, 2013). Con los valores calculados de riqueza, se determinó la representatividad del muestreo (Soberón & Llorente, 1993).

Se realizó la curva de rango abundancia o Whittaker que permite identificar gráficamente las especies dominantes y raras en función de sus abundancias (Feinsinger, 2001), por lo que las especies con abundancias relativas altas se encuentran al inicio de la curva y aquellas menos abundantes se encuentran al final de esta. Para la caracterización de gremios tróficos se basó en dos literaturas (e.g., Ridgely & Greenfield, 2006; Castaño-Villa & Patiño-Zabala, 2008).

3. Resultados

Se registró un total de 914 individuos, agrupados en 26 especies de 14 familias pertenecientes a 5 ordenes, siendo el orden de los Passeriformes más abundante con 10 familias; y las familias más abundantes por especie fueron Trochilidae, Tyrannidae y Thraupidae (Tabla 1). Del total de las 26 especies (100%) que se encontraron en el campus universitario de la UCE, 22 especies (84.62) son residentes y 4 especies (15.38%) corresponden a migratorias boreales según Ridgely & Greenfield (2006) y MacMullan & Navarrete (2013) (ver Tabla 2).

Tabla 1. Diversidad de aves del campus universitario de la Universidad Central del Ecuador.

Órdenes	Familias	Géneros	Especies
Accipitriformes	1	1	1
Falconiformes	1	1	2
Columbiformes	1	1	1
Apodiformes	1	3	3
Passeriformes	10	19	19
<i>Total</i>	<i>14</i>	<i>25</i>	<i>26</i>

Tabla 2. Listado de especies del campus de la Universidad Central del Ecuador.

Orden / Familia / Especie	Nombre en español	Gremio Trófico	Residencia
Accipitriformes/Accipitridae			
<i>Parabuteo leucorrhous</i>	Gavilán Lomiblanco	Cr	Re
Falconiformes/Falconidae			
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano	Cr	Re
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón Peregrino	Cr	M
Columbiformes/Columbidae			
<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola Orejuda	Gr	Re
Apodiformes/Trochilidae			
<i>Colibri coruscans</i>	Orejivioleta Ventriazul	Nc	Re
<i>Lesbia victoriae</i>	Colacintillo Colinegro	Nc	Re
<i>Chaetocercus mulsant</i>	Estrellita Ventriblanca	Nc	Re
Passeriformes/Tyrannidae			
<i>Camptostoma obsoletum</i>	Tiranolete Silbador Sureño	In	Re

<i>Elaenia albiceps</i>	Elaenia Crestiblanca	In	Re
<i>Anairetes parulus</i>	Cachudito Torito	In	Re
Hirundinidae			
<i>Orochelidon murina</i>	Golondrina Ventricafé	In	Re
Troglodytidae			
<i>Cistothorus platensis</i>	Soterrey Sabanero	In	Re
Turdidae			
<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson	Fr	M
<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo Grande	Om	Re
Mimidae			
<i>Mimus gilvus</i>	Sinsonte Tropical	Om	Re
Thraupidae			
<i>Pipraeidea bonariensis</i>	Tangara Azuliamarilla	Fr	Re
<i>Conirostrum cinereum</i>	Picocono Cinéreo	In-Nc	Re
<i>Diglossa humeralis</i>	Pinchaflores Negro	Nc	Re
<i>Catamenia analis</i>	Semillero Colifajado	Gr	Re
Cardinalidae			
<i>Piranga olivacea</i>	Piranga Escarlata	Fr	M
<i>Pheucticus chrysogaster</i>	Picogrueso Amarillo Sureño	Gr	Re
Emberizidae			
<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión	Gr	Re
<i>Atlapetes latinuchus</i>	Matorralero Nuquirrufo	Fr-In	Re
Parulidae			
<i>Setophaga fusca</i>	Reinita Pechinaranja	In	M
Fringillidae			
<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero Encapuchado	Gr	Re
<i>Euphonia cyanocephala</i>	Eufonia Lomidorada	Fr	Re

Re: Residente, M: Migratoria In: Insectívoros, Gr: Granívoros, Fr: Frugívoros, Cr: Carnívoros Nc: Nectarívoros, Om: Omnívoros, In-Nc: Insectívoro-Nectarívoro, Fr-In: Frugívoro-Insectívoro.

Según los estimadores de riqueza no paramétricos ACE, Chao 2 y 1 predijeron 26.27, 26.17 y 26 especies respectivamente. Estas predicciones calculadas concuerdan con las 26 especies que se han registrado, por lo tanto, la representatividad del muestreo efectuado oscila entre un 98.97 y 100% de especies esperadas para este estudio. Esto se puede

contrastar con las curvas de acumulación de especies, realizadas en el programa Estimates 9.1 en donde se puede observar que estas empiezan a estabilizarse casi llegando a la asíntota (Figura 2), lo cual prueba una aceptable eficiencia del muestreo para el campus de la UCE.

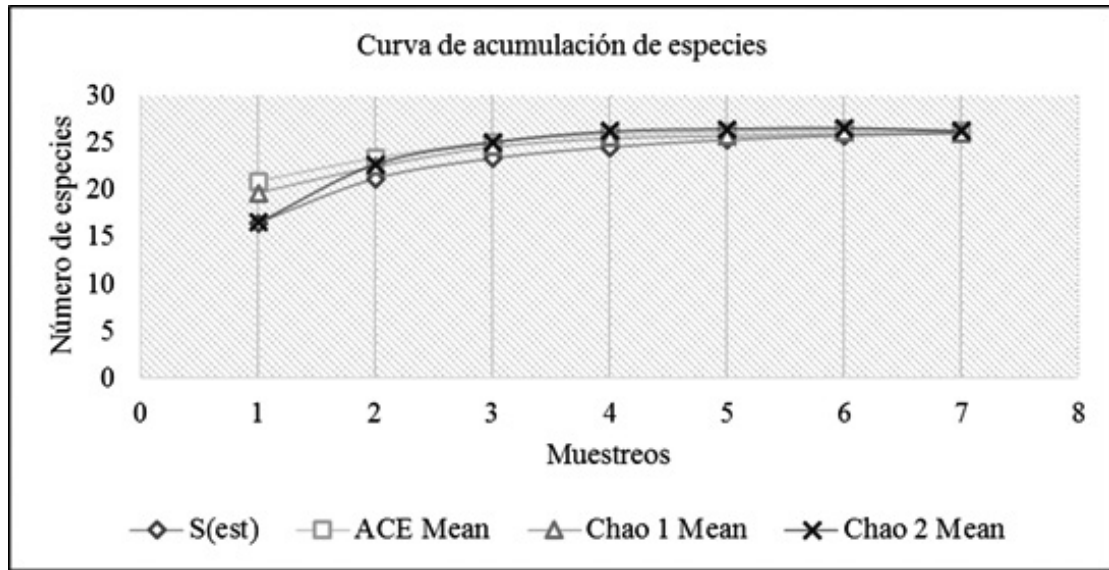


Figura 2. Curva de acumulación de especies para la avifauna del campus universitario de la Universidad Central del Ecuador.

La gráfica de la curva de Whittaker o rango-abundancia realizada con los datos obtenidos, muestra que las especies más abundantes son la Tórtola Orejada *Zenaida auriculata* y el Mirlo Grande *Turdus fuscater*, con una abundancia relativa

alta, y las especies raras son un Pinchaflor Negro *Diglossa humeralis* y el Matorralero Nuquirrufo *Atlapetes latinuchus* por presentar una abundancia relativa baja (Figura 3).

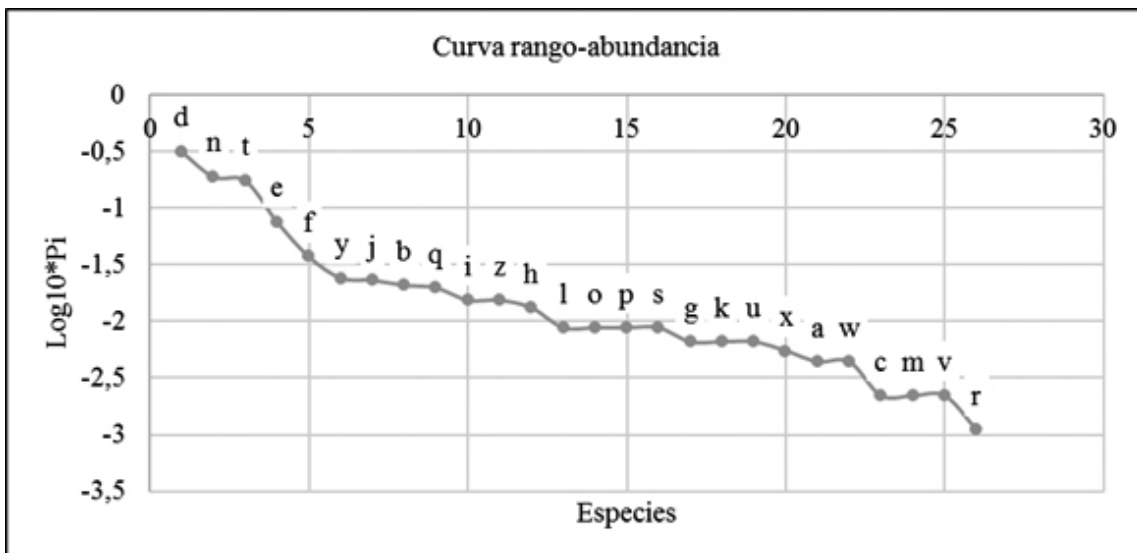


Figura 3. Curva de registradas en el campus universitario de la UCE. Las letras representan las especies, d= *Zenaida auriculata*, n= *Turdus fuscater*, t= *Zonotrichia capensis*, e= *Colibri coruscans*, y= *Spinus magellanicus*, f= *Lesbia victoriae*, j= *Anairetes parulus*, b= *Falco sparverius*, q= *Conirostrum cinereum*, i= *Elaenia albiceps* z= *Euphonia cyanocephala*, h= *Camptostoma obsoletum*, l= *Cistothorus platensis*, o= *Mimus gilvus*, p= *Pipraeidea bonariensis*, s= *Pheucticus chrysogaster*, g= *Chaetocercus mulsant*, k= *Orochelidon murina*, u= *Catamenia analis*, x= *Setophaga fusca*, a= *Parabuteo leucorrhous*, w= *Piranga olivacea*, c= *Falco peregrinus*, m= *Catharus ustulatus*, v= *Atlapetes latinuchus*, r= *Diglossa humeralis*.

En la caracterización de gremios alimenticios, los gremios con mayor representatividad fueron: insectívoros con seis especies y granívoros con cinco

especies; luego fueron los nectarívoros y frugívoros, y por último una especie insectívora-nectarívora y una frugívora-insectívora (Figura 4).

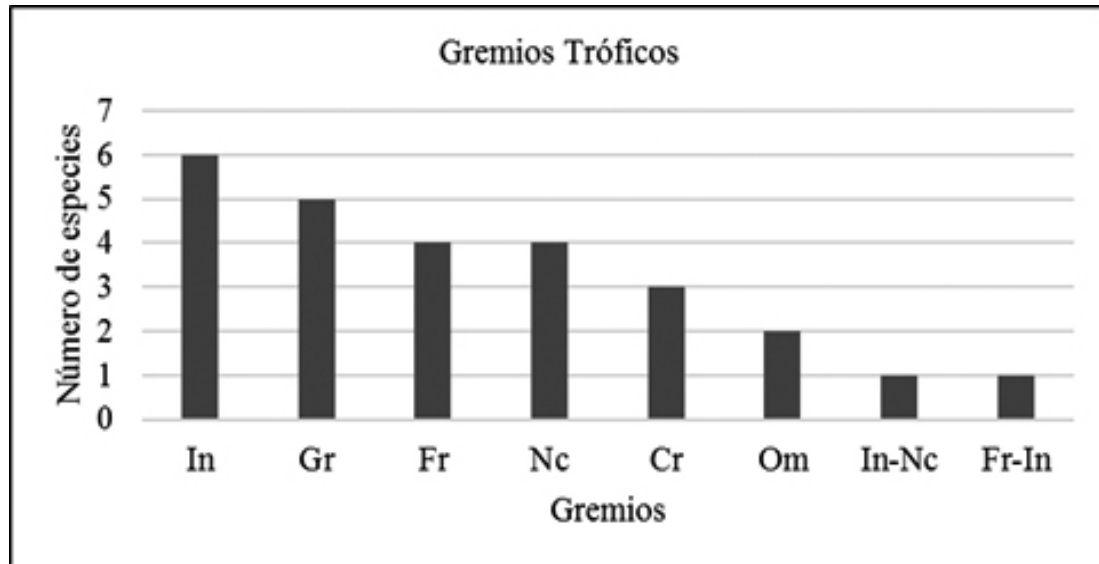


Figura 4. Histograma de gremios alimenticios. Gr: Granívoro, In: Insectívoro, Fr: Frugívoros. Nc: Nectarívoro, Om: Omnívoro, In-Nc: Insectívoro-Nectarívoro, Fr-In: Frugívoro-Insectívoro.

4. Discusión

La riqueza encontrada (26 sp) en este trabajo es mayor con la que se ha registrado en algunos parques urbanos de la ciudad: Parque Itchimbía (24 sp), El Panecillo (17 sp), Cima de la Libertad (17 sp) y si se compara con las 59 especies encontradas por Montenegro (2015) en 16 parques urbanos de Quito, tiene una riqueza representativa. Esto quiere decir que solo en el campus de la UCE se encuentra el 44% de especies que se han registrado en las 16 áreas urbanas de Quito.

En el campus se registraron un total de 26 especies. Los resultados predichos por los estimadores no paramétricos son muy similares a los datos que se han registrado. Según estos cálculos generados por el programa Estimates 9.1 nos muestra que en promedio se han registrado el 99% de todas las especies esperables en el área, haciendo que este estudio de aves sea muy representativo y que el esfuerzo de muestreo ha sido el suficiente para registrar el número de especies potenciales para el campus universitario de la UCE. Estos datos son válidos solo para la

época en que realizó el estudio, ya que puede variar con la estacionalidad.

Es muy probable que la riqueza haya llegado a obtener una curva casi asintótica, por el tamaño del área donde se muestreó que tiene aproximadamente 70 ha de superficie total, ya que según Soberon & Llorente (1993) mencionan que, en áreas no muy extensas, un muestreo puede llegar a una completitud del 100%. Además la uniformidad de la vegetación que disminuye la heterogeneidad espacial en el campus, y la proporción de plantas ornamentales introducidas (206 sp) con respecto a las endémicas (5 sp) y nativas (70 ssp) que existen en el campus universitario (Cerón & Reyes, 2010) es mucho mayor, lo que disminuye la disponibilidad de recursos que puedan ser aprovechados por las aves, que a su vez también disminuye la diversidad de la avifauna ya que en cualquier área de hecho existe una dependencia entre la cantidad y variedad de vegetación; y con el número de especies presentes en estos lugares (Mills *et al.*, 1989); Stiles, 1990). También es posible que se haya llegado a estos resultados por qué las condiciones climáticas fueron favorables durante los días que se muestreaba, sin

presencia de lluvia ni vientos fuertes que interrumpan la actividad de las aves.

Un aspecto importante a considerar en los estudios de la avifauna urbana, según Garitano-Zavala & Gismondi (2003) es el grado de sinantropía de las aves presentes en las áreas verdes urbanas, caracterizando como aves totalmente sinantrópicas a aquellas que son capaces de nidificar en ambientes domiciliarios. Estos autores encuentran como especies sinantrópicas para las ciudades de La Paz y Bolivia a *Zonotrichia capensis*, *Turdus chiguanco* y *Zenaida auriculata*. Del estudio hecho en el campus universitario de la UCE se pudo identificar como especies de aves sinantrópicas para el campus a las siguientes: *Zenaida auriculata*, *Colibri coruscans*, *Turdus fuscater*, *Zonotrichia capensis* y *Falco sparverius*.

Estas aves se han adaptado completamente a la vida urbana e inclusive se pudo comprobar durante las observaciones que son bastante tolerantes a situaciones de impacto ambiental como es la elevada presencia de personas o ruido producido por los vehículos, por estas características mencionadas fueron registradas con mayor presencia y abundancia en los días muestreados, en especial *Zenaida auriculata*, *Turdus fuscater* y *Zonotrichia capensis*, de igual forma han arrojado los mismos resultados en otros estudios (Montenegro, 2015; Argudo & Ríos, 2016; Travéz, 2016). Esto se puede ver en la gráfica de rango-abundancia o Whittaker, en que estas tres especies se encuentran al inicio de la curva, siendo las más abundantes para este estudio y mientras que *Diglossa humeralis* y *Atlapetes latinuchus* fueron las más raras, por ser observadas en dos ocasiones a un individuo de *A. latinucha* y una sola vez a un individuo de *D. humeralis*.

Las especies *Atlapetes latinuchus* y *Diglossa humeralis* fueron registradas únicamente en el pequeño remanente de matorrales nativos. Según Ridgely & Greenfield (2006) y MacMullan & Navarrete (2013) la especie *A. latinuchus* es común en bordes de bosque fragmentado y matorral montano, soportando más hábitats impactados que sus congéneres, y *D. humeralis* también es común encontrarlo en áreas arbustivas temperadas, sotos y jardines. La rareza de estas dos especies podría explicarse por el tamaño del parche o porque en este periodo de muestreo no había los recursos alimenticios que ellos necesitan para su subsistencia. Esto se puede constatar para *D. humeralis* que es una especie que se alimenta de plantas nativas de los Andes del género *Fuchsia* (Onagraceae) y *Abutilon* (Malvaceae), estos dos gé-

neros de plantas constituyen una parte significativa de su dieta (Vogt, 2006), pero en este lugar no estaban presentes y seguramente se deba a esto la baja presencia de *D. humeralis*. Para otros estudios realizados en la ciudad (e.g., Montenegro, 2015; Travez, 2016) donde aún existe suficiente vegetación nativa, la presencia de estas dos especies es común.

En este estudio fue interesante encontrar a la especie *Cistothorus platensis* en la pequeña franja con matorrales nativos. Esta especie se encuentra principalmente en paramo, zonas templadas y áreas agrícolas con remanentes de vegetación propia de su hábitat. Sin embargo, a pesar de que esta especie tiene una sensibilidad baja a disturbios (Stotz *et al.*, 1996), soporta impactos ambientales como el alto nivel de ruido y contaminación vehicular provenientes de la avenida principal Mariscal Sucre. Si llegaría a desaparecer esta vegetación nativa, las especies *Cistothorus platensis* y *Atlapetes latinuchus* se desplazarían en busca de nuevos hábitats, pero no migrarían hacia la ciudadela universitaria porque la avenida se convierte en una barrera infranqueable para estas dos especies, ya que necesitan una vegetación continua de sotobosque para desplazarse, esto reduciría la diversidad de flora nativa y con ello la diversidad de avifauna para el campus universitario de la UCE.

En los meses que se llevó a cabo esta investigación coincidió en la migración de aves boreales (Ridgely & Greenfield, 2006), por este motivo se encontró 4 especies (*Falco peregrinus*, *Piranga olivacea*, *Catharus ustulatus* y *Setophaga fusca*) migratorias del total de las 26 registradas. Estos registros resaltan aún más la importancia del campus universitario como refugio para especies migratorias y residentes.

La presencia de tres especies de aves rapaces, seguramente se deba a la abundancia de individuos registrados. Se ha observado una dependencia, en el caso de los animales depredadores, que los límites o amplitud de su nicho trófico son regulados parcialmente, por la diversidad y abundancia de sus presas (Wiens, 1992).

En el periodo que se realizó este estudio (octubre-diciembre), se observó al árbol nativo *Prunus serotina* subesp *capuli* en época de fructificación en el campus universitario, su presencia y sus aspectos fenológicos para esta época, atraen a especies de aves para que aprovechen sus recursos (frutos), en especial para las especies frugívoras. A pesar de no

tener información sobre los patrones fenológicos de las especies vegetales que fructifican en la ciudad, la heterogeneidad espacial y temporal que presentan las frutas en ambientes tropicales podría promover búsquedas extensas en algunas especies frugívoras (Muñoz *et al.*, 2007).

Este trabajo, como otros realizados en ambientes urbanos y suburbanos (e.g., Muñoz *et al.*, 2007; Montenegro, 2015; Agudo & Ríos, 2016; Travez, 2016)) muestran que estos lugares pueden refugiar una gran cantidad de aves a pesar del alto grado de intervención humana, pero sin embargo el reemplazo o eliminación parcial de la vegetación natural incrementa en las ciudades las poblaciones de especies de aves oportunistas, sean éstas introducidas o nativas sinantrópicas (Garitano-Zavala & Gismondi, 2003) ocasionando la disminución de otras poblaciones. Los proyectos de ornamentación de la UCE deberían dar prioridad a plantas nativas y no a las exóticas, porque en realidad las áreas arboladas o remantes con vegetación nativa hacen que una gran diversidad de aves se mantenga en estos lugares intervenidos.

Entre los gremios alimenticios con más especies estuvo el de los insectívoros, este resultado seguramente se deba a que las plantas son el hogar para muchos insectos, los cuales son el recurso fundamental de este gremio. Por observaciones anteriores de campo se catalogaron a 2 sp como omnívoras y una como frugívora-insectívora, y una como insectívora-nectarívora (*Conirostrum cinereum*), a esta especie Vogt (2006) la menciona como nectarívora, pero en mis observaciones durante todo este estudio se observó que se alimentaba principalmente de insectos.

También se observó que, aunque plantas nativas y exóticas se encuentren en época de fructificación o floración, las aves preferían los recursos de las plantas nativas, como es el caso de *Prunus serotina* subesp. *capuli* que proporcionaba alimento directo al 15% de las especies, siendo 2 sp migratorias. Las flores del género *Inga* sp, *Abutilon* sp y *Fuchsia* sp proporcio-

naban una fuente de néctar para los colibríes como es el caso de *Chaetocercus mulsant*, que a pesar de tener una sensibilidad media para soportar lugares con disturbios (Stotz *et al.*, 1996), se lo puede observar libando de estas flores en el campus de la UCE.

La diversidad avifaunística que existe en este lugar, tiene el potencial para ser aprovechada conjuntamente con la flora para fomentar el Ecoturismo, en el que se desarrolle actividades de Observación de Aves e Interpretación Ambiental. El Ecoturismo definido por *The Internacional Ecotourism Society* (TIES): “el ecoturismo es un viaje responsable a las áreas naturales que conserva el medio ambiente” (Epler Wood, 2002), por lo cual el Ecoturismo se basa en la naturaleza, la preservación y conservación, educación, sostenibilidad, ética y finalmente la responsabilidad y conciencia (Donohoe & Needham, 2006). Además el campus de la UCE podría ser participe de eventos internacionales como el Conteo Navideño y el Global Big Day.

Por lo anterior, es imprescindible velar por el mantenimiento de estas especies vegetales, ya que no solo son fuente de alimento, si no también sitios de descanso, refugio y reproducción para las aves. Se aspira que la información generada en este estudio contribuya en la toma de decisiones para la conservación, implementación y manejo de las áreas verdes dentro del campus, ya que nos proporciona un espacio de utilidad didáctica y científico, además de enlazar aspectos sociales con toda la comunidad universitaria.

5. Conclusiones

El campus universitario de la UCE muestra que es un espacio de refugio dentro de la ciudad, para aves residentes y migratorias; donde las plantas exóticas y nativas que lo componen proveen de recursos necesarios para el desarrollo biológico de las diferentes poblaciones que se han encontrado.

Referencias

- Argudo, V. A., & Ríos, M. C. (2016). *Influencia del paisaje urbano sobre la comunidad de aves en el sistema ripario de la ciudad de Cuenca*. (Trabajo de graduación previo a la obtención del título de: Bióloga, con Mención en Ecología y Gestión), Universidad del Azuay.
- Beissinger, S. R., & Osborne, D. R. (1982). Effects of Urbanization on Avian Community Organization. *The Condor*, 84(1), 75-83.
- Cam, E., Nichols, J. D., Sauer, J. R., Hines, J. E., & Flather, C. H. (2000). Relative species richness

- and community completeness: bird an urbanization in the Mid-Atlantic States. *Ecological Applications*, 10(4), 1196-1212.
- Castaño-Villa, G. J., & Patiño-Zabala, J. C. (2008). Extinciones locales de aves en fragmentos de bosque en la región de Santa Elena, Andes Centrales, Colombia. *Hornero*, 23(1), 23-24.
- Cerón, C. E., & Reyes, C. I. (2010). Plantas ornamentales de la Universidad Central del Ecuador. *Cinchona*, 10(1), 11-81.
- Chace, J. F., & Walsh, J. J. (2006). Urban effects on native avifauna: a review. *Landscape and Urban Planning*, 74(1), 46-69.
- Colwell, R. K. (2013). *Estimates. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*, 9.1.0.
- Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating Terrestrial Biodiversity through Extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 345(1311), 101-118.
- Donohoe, H. M., & Needham, R. D. (2006). Ecotourism: The Evolving Contemporary Definition. *Journal of Ecotourism*, 5(3), 192-210.
- Epler Wood, M. (2002). *Ecotourism: principles, practices & policies for sustainability*. Estados Unidos: The Ecotourism Society.
- Ezcurra, E. (2003). *De las chinapas a la megalópolis: El medio ambiente en la cuenca de México*. México: FCE, SET, CONACyT.
- Feinsinger, P. (2001). *Designing Field Studies for Biodiversity Conservation*. Washington: Island Press.
- Fernández-Juricic, E., Poston, R., De Collibus, K., Morgan, T., Bastian, B., Martin, C., . . . Treminio, R. (2005). Microhabitat Selection and Singing Behavior Patterns of Male House Finches (*Carpodacus mexicanus*) in Urban Parks in a Heavily Urbanized Landscape in the Western U.S. *Urban habitats*, 3(1), 49-69.
- Freile, J. F., Brinkhuizen, D. M., Greenfield, P. J., Lysinger, M., Navarrete, L., Nilsson, J., . . . Boyla, K. A. (2015-2017). *Lista de las aves del Ecuador / Checklist of the Birds of Ecuador*. Comité Ecuatoriano de Registros Ornitológicos. Obtenido de <https://ceroecuador.wordpress.com/>
- Garitano-Zavala, Á., & Gismondi, P. (2003). Variación de la riqueza y diversidad de la ornitofauna en áreas verdes urbanas de las ciudades de La Paz y El Alto (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 38(1), 65-78.
- Herrera, S., & Lasso, S. (2014). Belleza y colorido de las aves, una experiencia incomparable en Mindo. *Kalpana*(12), 6-21.
- McMullan, M., & Navarrete, L. (2013). *Fieldbook of the Birds of Ecuador: including the Galápagos Islands*. Fundación de Conservación Jocotoco.
- McMullan, M., & Navarrete, L. (2017). *Fieldbook of the Birds of Ecuador. Including the Galápagos Islands and common mammals* (Segunda ed.). Tatty ediciones.
- Mills, S. G., Dunning Jr, J. B., & Bates, J. M. (1989). Effects of urbanization on breeding bird community structure in southwestern desert habitats. *The Condor*, 91, 416-428.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador-MAE. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural, Quito.
- Montenegro, E. C. (2015). *Diversidad de aves en áreas verdes de la ciudad de Quito, Ecuador*. Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Licenciada en Biología, Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Muñoz, M. C., Fierro-Calderón, K., & Rivera-Gutierrez, H. F. (2007). Las aves del campus de la Universidad Del Valle,. *Ornitología Colombiana*(5), 5-20.
- Ralph, C. J., Geupel, G. R., Pyle, P., Martin, T. E., DeSante, D. F., & Milá, B. (1996). *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. General Technical Report PSW-GTR-159-Web. Pacific Southwest, Forest Service. United States Department of Agriculture.
- Remsen, J. V., Jr, Areta, J. I., Cadena, C. D., Jaramillo, A., Nores, M., . . . Zimmer, K. J. (2017). *A Classification of the Bird Species of South America*. Sou-

th American Classification Committee. American Ornithologists' Union. Obtenido de <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>

- Ridgely, R. S., & Greenfield, P. J. (2006). *Aves del Ecuador: Guía de Campo* (Vol. 1). Quito, Ecuador: Academia de Ciencias Naturales de Fiadelfia y Fundación de Conservación Jocotoco.
- Soberón, J. M., & Llorente, J. B. (1993). The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richnes. *Conservation Biology*, 7(3), 480-488.
- Stiles, F. G. (1990). La avifauna de la Universidad de Costa Rica y sus alrededores através de veinte años (1968-1989). *Biología Tropical*, 38(2), 361-381.
- Stotz, D. F., Fitzpatrick, J. W., Parker III, T. A., & Moskovits, D. K. (1996). *Neotropical Birds Ecology and Conservation*. Chicago: University of Chicago Press.
- Tourism & Leisure Advisory Services . (2009). *Plan Integral de Marketing Turístico de Ecuador PIMTE 2014*. MINTUR.
- Travez, J. J. (2016). *Comparación de la diversidad y abundancia de avifauna entre el campus de la UIDE y el Parque Metropolitano Guantigua, Distrito Metropolitano de Quito, y recomendaciones para su conservación*. Trabajo de titulación para la obtención del título de Biólogo Ambiental, Universidad Internacional del Ecuador, Quito.
- Urquiza, A., & Mella, J. E. (2002). Riqueza y diversidad de aves en parques de Santiago durante el periodo estival. *Boletín Chileno de Ornitología*, 9(1), 12-21.
- Valencia, R., Cerón, C., Palacios, W., & Sierra, R. (1999). *Formaciones Vegetales de la Sierra del Ecuador*.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., . . . Umaña, A. M. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de Biodiversidad*. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Vogt, C. A. (2006). Secondary nectar robbing, a previously unsubstantiated foraging behavior of the Cinereous Conebill (*Conirostrum cinereum*). *Ornitología Neotropical*, 17, 613-617.
- Wiens, J. A. (1992). *The ecology of bird communities*. Melbourne: Cambridge University Press.

Instrucciones para autores

Envío de artículos

Los manuscritos deben ser enviados al email siembra.fag@uce.edu.ec. La recepción de manuscritos no implica de ninguna manera compromiso de publicación por parte de la revista.

Los manuscritos serán recibidos por un miembro del comité editorial quien en primera instancia revisará si el trabajo sigue el formato de la revista y cumple con criterios mínimos de calidad en cuanto a redacción y contenido. De ser este el caso, el manuscrito será enviado a revisores externos a la Universidad Central del Ecuador, quienes evaluarán la calidad, novedad y solidez de la contribución, recomendando su:

- Rechazo
- Publicación con revisiones mayores
- Publicación con revisiones menores
- Publicación sin revisión.

Aspectos éticos

Se reciben artículos inéditos ya sean originales o de revisión, los cuales no deben haber sido publicados con anterioridad ni deben estar sometidos a revisión en otro medio de difusión científica. Los autores reconocen también que tomaron parte activa en la elaboración del manuscrito, que han leído la última versión de la contribución y que aprueban su presentación.

El material que se publica en *Siembra*, es propiedad de la revista y los autores son responsables por los conceptos e información vertidos en los artículos. Además se autoriza la reproducción parcial o total de los artículos que aparezcan en la revista con la obligación de citar la fuente. Es importante señalar que cuando en los artículos se mencionen marcas de productos comerciales, esto en ningún caso sugiere que la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador recomiende su uso.

Estructura del manuscrito

Las contribuciones no deben exceder las 5000 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 postal 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.

4. Discusión

En la sección de Discusión el autor debería enfatizar sobre la importancia de los resultados situándolos en el contexto de estudios previos. Esta sección debería 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 Sempértégui Ontaneda, y Directora de Comunicación y Cultura Ivanova Nieto Naspath.