zonas aridas

Centro de Investigaciones de Zonas Aridas, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima - Perú.

1983 Enero - Diciembre No. 3

Publicación auspiciada por el PRDCYP de la OEA

Albufera del Valle de Pisco, Ica, Perú.

Z O N A S Á R I D A S

Publicación del Centro de Investigaciones de Zonas Aridas Center for Arid Land Research Publication Publication du Centre de Recherches de Zones Arides

Centro de I nvestigaciones de Zonas Aridas de la Universidad Nacional Agraria - La Molina LIMA - PERU
Camilo Carrillo 300 - A, Lima 11 Casilla Postal 330, Lima 1

Comisión Editora

Carlos López Ocaña Frederic Andre Engel
Miriam Vallejos Arce Juan Torres Guevara
Carlos Alvarez Guzmán

Editora

Virginia Isayama Okamoto

Artes

Adelmo Vidal Bernardino Ojeda
Edilberto Gutiérrez

Quedan reservados en todos los países, los derechos de reproducción, traducción y adaptación. @ Universidad Nacional Agraria, Lima, 1985.

SUMARIO

EDITORIAL

ESTUDIO ECOLOGICO DEL TILLANDSIAL DE CAJAMARQUILLA, LIMA
Jenny Türkowsky C, Carlos López Ocaña .....

PREHISTORIA Y OCEANOGRAFIA
Frederic Engel .....

EVALUACION DEL POTENCIAL HIDRICO EN LOMAS COSTERAS DEL PERU (LOMAS DE LACHA Y IGUANIL)
Jorge L. Ordoñez H., Jorge Faustino M .....

ANALISIS DE LA VEGETACION ARBOREA EN LAS LOMAS DE LA COSTA CENTRAL DEL PERU (LOMAS DE IGUANIL - PACTA!
Juan A. Arias Avila .....

EL MUESTREO COMO ALTERNATIVA PARA EVALUAR POBLACIONES DE VICUÑAS EN PAMPA GALERAS
Edgar Sánchez Infantas. .....

CENSOS DE A VES DE IMPORTANCIA CINEGETICA EN LAS ALBUFERAS DE PLA YA CHICA'- HUACHO
Juan Carlos RiverosS., Mónica Cayo Rivera-Schreiber, Sofía Núñez Núñez .....

EVALUACION DE LA FAUNA DE VERTEBRADOS DE LAS LOMAS DE IGUANIL
David Velarde Falconí .....

*ECOLOGIA DE **Penicillium** EN LOS SUELOS DE LAS LOMAS DE LACHA Y (PERU) II. DISTRIBUCION*
Jorge Jhoncon, Marcel Gutiérrez-Correa .....

*ECOLOGIA DE **Penicillium** EN LOS SUELOS DE LAS LOMAS DE LACHA Y (PERU) III. DESCRIPCION DE ALGUNAS ESPECIES*
Jorge Jhoncon, Marcel Gutiérrez-Correa. .....

ESTUDIOS MICROECOLOGICOS EN LOS SUELOS DE LAS LOMAS DE LACHA Y (PERU). III. DINAMICA POBLACION AL DE HONGOS R IZOSE ER ICOS
Patricia Moreno, Marcel Gutiérrez-Correa .....

ESTUDIOS MICROECOLOGICOS EN LOS SUELOS DE LAS LOMAS DE LACHAY (PERU). IV. HONGOS CELULOLITICOS
Marcel Gutiérrez-Correa, Jorge Jhoncon .....

EDITORIAL

"Estudiar el pasado, enfocar el presente, planificar el futuro"
Leonardo da Vinci

En esta edición se presentan estudios de dinámica de poblaciones en ecosistemas desérticos litorales, de planicies y lomas costeras, así como de fauna silvestre en el semiárido altoandino, del Centro del Perú.

De otro lado, se informa sobre las evaluaciones del impacto y el potencial socio-económico del agua en el paisaje desértico, ya sea formando albuferas con el agua de retorno de los valles aledaños o nieblas advectivas en contacto con la superficie terrestre.

Reiteramos nuestro agradecimiento al PRDCYP de la Organización de los Estados Americanos (OEA) por su patrocinio, así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CQNCYTEC) y al Instituto Nacional de Planificación del Perú (INP), organismos nacionales de enlace.

Carlos López Ocaña
Director

Estudio Ecológico del Tillandsial de Cajamarquilla, Lima

RESUMEN

En el desierto de Cajamarquilla, Lima, se estudió comunidades de Tillandsia purpurea R & P, T. paleaceae Presl., T. latifolia var**.** major Mez, T. latifolia ***var.*** latifolia Meyen y T. recurvata L.

Las adaptaciones al ambiente hiperárido incluyen: ausencia de raíces funcionales, densa cubierta de pelos escamosos absorbentes, estomas hundidos y escasos, abundante mucílago y reducción de los haces conductores. La tasa de crecimiento así como la biomasa vegetal existente son muy bajas, fluctuando la primera entre 1.5

mm/semana para T. paleaceae , T. latifolia *var.* latifolia, *y 4 mm/se-mana para* T. purpurea *y* T. latifolia *var***.** major.

La floración y fructificación se dan en diferentes épocas del año para Cada especie estudiada.

La especiación, cobertura y vigor del Tillandsial dependen del relieve topográfico y de la dinámica y contenido de humedad del aire cerca del suelo.

SUMMARY

Communities of **Tillandsia purpurea R & P, T. paleaceae Presl., T. latifolia** *var.* **major Mez, T. latifolia** *var.* **latifolia Meyen** *and* **T. recurvata L.** *were studied in the Cajamarquilla desert, Lima. Adap-tations to hyperarid conditions included absence of functional root system, dense hygroscopic pubescence, scarce and sunken stomata, abundant muscilage and strong reduction of vascular bundles.*

Growth rate standing plant biomass were very low, ranging the **former from 1.5 mm/week for T. paleaceae and T. latifolia var. latifolia to 4 mm/week for T. purpurea and T. latifolia var. major.**

Each species set flowering and fruiting in different times of the year. Speciatioh, coverage and vigor were found to depend upon ground relief as well as dynamics and water contení of near the ground.

INTRODUCCION

En el Perú los Tillandsiales se presentan en forma interrumpida en el desierto costero desde Trujillo hasta Tacna, como una de las pocas manifestaciones vitales conocidas fuera de los valles y lomas costeras.

De ellos, se conoce solo algunos aspectos florísticos, careciéndose de estudios analíticos, así como de su distribución, productividad y adaptación a una vida xerofítica tan marcada.

En razón a lo expuesto son objetivos del presente trabajo:

a) Identificar las especies de *Tillandsia* existentes en Cajamarquilla y determinar sus mecanismos adaptativos a las condiciones de extrema aridez presentes.

b) Determinar las causas de su distribución actual y cuantificar la cobertura vegetal así como la biomasa vegetal existente del Tillandsial en el área estudiada.

REVISION DE LITERA TURA

1. Los Tillandsiales en la Costa del Perú

Weberbauer (1945), menciona de manera general la distribución de las Tillandsias en el desierto costero formando asociaciones puras, algunas veces en cerros muy cercanos al mar. Troll (1956) y Koepcke (1968), al referirse a los desiertos de neblinas en el Perú, se refieren a las Tillandsias sin raíces, como completamente dependientes de la humedad atmosférica y las califican como las antofitas de mayor adaptación a la captación de humedad del aire.

Entre las 69 especies de Tillandsias que describe Macbride (1963) para el Perú, menciona específicamente a *T. straminea* en las ruinas de Cajamarquilla, Lima y en Chosica *T. recurvata* y *T. paleaceae.* Rauh (1970), se refiere a *T. paleaceae* en Cajamarquilla como uno de los pocos lugares en la que se encuentra en forma tan masiva.

2. Adaptaciones Anatómicas y Fisiológicas

Weberbauer (1945) describe a las Tillandsias del desierto como especies de hojas angostas y grises (color debido a la abundante presencia de pelos escamosos) y de raíces cortas y escasas que constituyen sólo órganos de fijación. Relaciona la presencia de neblinas en zonas desérticas con la presencia de *Tillandsia* y explica la ausencia de éstas en las lomas debido a su nutrición mineral foliar, a partir del polvo de sustratos secos. Según Wez (1908), en *Tillandsia* el pelo consta de un escudo de 4 células centrales y dos capas concéntricas alrededor de 8 v 16 células respectivamente, que periféricamente se cierran con un ala formada por 64 células. Las células del escudo, son muertas y presentan paredes muy gruesas, con muy poco lumen. Las células absorbentes vivas forman un soporte constituido por 3 ó 4 de ellas, que se hallan hundidas en la epidermis, limitando en su origen con 2 a 4 células básales a modo de enlace entre los pelos y el mesófilo (Wetzel, 1924).

En Gessner (1956), Schimper considera que los pelos actúan como bombas de succión. Mientras están secos, las paredes se pliegan y casi no dejan lumen. Con el agua se dilatan las paredes celulares, siendo el agua aspirada a través de ellas. Gessner afirma que el ala de los pelos protege de la transpiración, reduciendo considerablemente la pérdida de agua en períodos secos. La adaptación para la captación y absorción de agua y nutrientes a través del follaje llevan a las Tillandsias a un aumento extraordinario de superficie y a una reducción extrema de los vasos conductores.

Benzing y Burt (1970), han estudiado la permeabilidad foliar en Tillandsias xéricas provenientes del sur de Florida y México no registradas en la zona de Cajamarquilla, observando una mayor captación foliar de calcio, zinc y agua que otras especies de bromellaceas estudiadas, facilitada por la presencia de una densa capa de tricomas absorbentes.

Gessner halló un número muy reducido de estomas en las bromeliáceas atmosféricas extremas (de 3 a 4 esto-mas/mm^2). Benzing y Burt (1950) encontraron estomas sólo en el envés de las hojas en 20 especies de bromeliáceas estudiadas.

Las raíces en bromeliáceas no cumplen una función normal (Rauh, 19-70); cuentan fundamentalmente como órganos de sujeción. Son fuertes y segregan una sustancia gomosa que las une al substrato.

Benzing y Renfrow (1971), determinaron el intercambio de **CO_2** en las Tillandsias xéricas *T. circinnata* y *T. ¡onantha,* encontrando marcada absorción de CC>2 en la oscuridad por lo que parecen poseer metabolismo crasulá-ceo.

Walter (1971) menciona el trabajo de Alvin y Uzeda (1958) sobre balance hídrico en Tillandsias en el desierto costero del Perú, en el que se determinaron valores osmóticos de 7 a 8 atmósferas en las hojas, por métodos crioscópicos. Además, determinaron una tasa de crecimiento del 0.17 o/o para julio, lo cual es extremadamente lento para la época más favorable.

3. Propagación Natural

Rauh (1970), observó en Cajamarquilla que *T. paleaceae se* reproduce preferentemente en forma vegetativa, por medio de brotes arrancados y dispersados por el viento. Estos van a formar nuevas champas que en el curso de los años pueden alcanzar frentes de varios metros, mientras la expansión longitudinal es constante (50 a 80 cm). Rara vez observó flores y frutos. Afirma que *T. straminea* y *T. purpurea* sí florean con facilidad, especialmente en agosto y setiembre, formando flores blancas de ápice violáceo que despiden fuerte olor a violeta.

En I *latifolia,* Rauh (1970) halló que el extremo apical de la inflorescencia retoma actividad vegetativa para originar una nueva planta, que a su vez puede originar otra inflorescencia, y así sucesivamente. El fruto es una cápsula que produce semillas fusiformes de 1 a 7 mm de largo, con larga pubescencia caudal, que les permite dispersarse y fijarse en superficies.

4. Utilización

Engel (1970), señala a los Tillandsiales en Haldas (Casma, Ancash) como lugares habitados por pobladores peruanos costeños, hacia 4,700 años antes del presente. Se sabe que la fibra de la *Tillandsia* fue usada para vestidos por pobladores de épocas preagrícolas.

Vásquez Núñez (1974), menciona a la *Tillandsia purpurea* dentro del grupo de plantas que actúan sobre el sistema nervioso y enfermedades mentales.

La Compañía Importadora Alemana de Plantas Süd-Pflauzen-Importe, ha venido haciendo colecciones de *T purpurea, T. paleaceae* y *T. latifolia* que son vendidas en la República Federal Alemana como plantas ornamentales (los precios fluctuaron entre 12 y 25 marcos por planta en 1973).

CARACTERISTICAS DEL AREA ESTUDIADA

El estudio se llevó a cabo en Cajamarquilla, que se ubica .en la provincia de Lima latitud 12°58'S, longitud 76° 54' W y a una altitud de 450 msnm. El área experimental es un valle seco entre un sistema de cerros bajos que alcanzan entre 600 y 700 metros de altura (Fig. No. 1).

El piso del valle presenta material,, fino de origen eólico. El suelo es salino, presentando materia orgánica en algunas áreas. Dominan las arenas feldespatos sódicos, con regular contenido de carbonato de calcio. Los cerros presentan pendientes pedregosas y rocosas de material granodiorítico.

La precipitación pluvial en la zona es inferior a los 25 mm anuales; la temperatura media mensual fluctúa entre 14.8°C para julio y 22:4°C para marzo; la humedad relativa media mensual varía entre el 79 o/o para marzo y abril y 90 o/o para julio y agosto. Los vientos predominantes son del SW con velocidades de hasta 4-6 m/seg.

METODOS Y MATERIALES

En la cota de 450 msnm se ubicaron las parcelas I, II, III. y IV de 100 m de lado, distribuidas a lo largo de un transecto de la quebrada Jicamarca (Fig. No. 2). Cada parcela se dividió en 10 subparcelas de 10 m^2.

1. Identificación de las especies de Ti-llandiaspresentes en Cajarmarquilla

Se empleó la clave de Macbride (1936) y especímenes del Herbario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, de Lima.

2. Determinación de las características anatómicas de valor adaptativo

Se trabajó con cortes transversales superficiales y longitudinales de hoja, tallo y raíz de las diferentes especies.

3. Determinación de tasas de crecimiento

Para determinar la tasa de crecimiento se marcó un individuo por cada especie presente dentro de cada sub-parcela con tarjetas de color, totalizando 10 individuos por especie en cada parcela. Las tarjetas se ubicaron en la tercera hoja visible a partir del brote terminal, midiéndose la longitud de la misma semanalmente desde junio hasta diciembre de 1975. El análisis experimental usado fue Factorial Completo al Azar.

4. Estudio Fenológico

Se tomó datos semanales de los cambios fenotípicos fundamentales en cada especie y durante un año, con observaciones dentro y fuera del área experimental. Se anotó: estado vegetativo, floración, fructificación y semilleo.

5. Distribución de las especies de Tillandsia y su relación con el ambiente físico

Para esta determinación se analizó la vegetación, el suelo y los parámetros meteorológicos.

5.1 Análisis de vegetación

5.1.1 Para la cobertura vegetal, se utilizó el Método del Cuadrado (López Ocaña, C, 1970) en base a las parcelas descritas anteriormente, tomándose las muestras al azar.

5.1.2 Determinación de la biomasa vegetal existente

Para ello se marcó dentro de cada subparcela de 10 m^2 y se pesó la vegetación presente. Para obtener el peso seco se tomó una muestra por parcela que se dejó secar a 65°C por 24 horas. El valor de la biomasa presente de Tillandsial se da en granos de materia seca por m^2.

5.2 Análisis de Suelo

Se analizó la conductividad eléctrica, textura, pH, contenido calcáreo, materia orgánica, porcentajes de N, P y K, contenido de cationes cambiables y contenido de humedad del suelo hasta 20 cm de profundidad.

5.3 Análisis Meteorológico

En un día se tomaron datos de humedad relativa, dirección y velocidad de vientos, temperatura del aire y nubosidad, cada hora desde las 6:30 horas hasta las 16:30 horas.

6. Registro preliminar de la Fauna del Tillandsial

El trabajo realizado se presenta en Türkowsky y Aguilar (1980).

RESULTADOS

1. Especies de Tillandsia presentes en Cajamarquilla

Dentro de las parcelas I, II y IV se encontraron un total de 4 especies. La parcela III carecía de cobertura vegetal (Fig. No. 3).

Tillandsia paleaceae Presl, se presentó más vigorosa y grande en la parcela I formando colchones debajo de *T. purpurea* que es la especie más notoria. Sólo en esta parcela se la encontró formando inflorescencia con 1 ó 2 flores azules. En la parcela II esta especie era la dominante, formando almohadillas compactas en forma semicircular y con orientación contraria a la dirección de los vientos S-SE.

En la parcela IV se observó solo la forma de menor tamaño y recién a partir de los 500 m.

T. latifolia Meyen, presenta dos variedades en el área estudiada: *T. latifolia* var. *major* y *T. latifolia* var. *latifolia* (Rauh, 1970).

T. latifolia Meyen var. *latifolia,* se caracteriza por ser pequeña y formar almohadillas; con una longitud foliar que varía de 1 a 5 cm, escapo corto y espigas reducidas generalmente a 3. En la parcela II se presenta muy pequeña (1 a 3 cm de longitud foliar) y esporádicamente formando parte de los colchones de *T. paleaceae, T. latifolia* var. *major* Mez presenta gran variación en tamaño, hallándose plantas de hasta 55 cm de altura. Forma grupos pequeños y aislados. Aparecen en sustratos rocosos, por lo que se presenta *s¿<o* en las parcelas I y IV.

T. purpurea R & P es la especie dominante del área estudiada. Presenta gran variación de tamaño tanto en la hoja como en el escapo, alcanzando hasta 60 cm de altura. Forma asocio-nes con *T. paleaceae,* siendo característico el olor a violeta de su flores.

T. recurvata L. se presenta en pequeños grupos muy esparcidos y sobre substrato rocoso, solo en estado vegetativo. Se le encontró a 600 m sobre el límite superior de la parcela I.

2. Características Morfo-anatómicas de valor adaptativo

El estudio se realizó en hojas, tallos y raíces de *T. purpurea, T. latifolia* var. *major, T. latifolia* var. *latifolia* y *T. paleaceae.-*

Las hojas de todas ellas presentaron una epidermis densamente cubierta de pelos escuteliformes. Hacia la base es menos densa, observándose mayor densidad a mayor edad de las hojas.

El promedio de densidad de la parte media de la hoja fue de 64 pelos/mm^2. El tamaño y la estructura de la parte central del pelo es similar en todas las especies: 28 células centrales a modo de escudo distribuidas en tres capas concéntricas de 4, 8 y 16 células del centro hacia afuera respectivamente, rodeadas de una corona formada por numerosas células higroscópicas radiales. Existen diferencias respecto a la forma y tamaño de las células que constituyen esta corona y que determinan el color grisáceo de la planta (Fig. No. 4).

T. paleaceae presenta la corona radial excéntrica en la que predomina una cola que alcanza a ser hasta 5 veces mayor que el resto de las células de la corona. Las otras especies estudiadas presentan una corona simétrica. Los estomas sólo se presentan en el envés, en bajo relieve, protegido por los pelos escamosos. La cámara subes-tomática es alargada y se comunica di-rectamente con el clorénquima. El tamaño de los estomas es similar a los de una mesofita, pero la densidad es mucho menor. El promedio de densidad en todas las especies estudiadas es de 10 a 15 veces menor que en el geranio *(Pellargonium zona/e).*

El clorénquima se presenta en forma de franja central en el mesóf ilo, rodeando a los haces conductores y prolongándose hacia el envés sólo donde hay estomas (Fig. No. 5).

El parénquima mesofílico incoloro está constituido por células mucilagi-nosas de gran tamaño. Contiene gran cantidad de rafídeos, especialmente en la vaina de las hojas.

Los haces conductores se sitúan exclusivamente en el clorénquima, rodeados de una gruesa vaina esclerenquimática. Tanto el floema como el xilema se presentan muy reducidos (Fig. No. 6).

En el caso de *T. paleaceae* todo el mesófilo presenta parénquima cloro-filiano aunque con menor densidad de cloroplastos que en las otras especies.

En todas las especies el tallo es corto (acaule) y cubierto por la vaina foliar, con la que se anastomosa en su origen a modo de un parénquima cortical. El tallo verdadero queda como cilindro central delimitado por un peri-ciclo de fibras. La epidermis del tallo formado por una sola

capa de células tiene tendencia a formar hipodermis con posterior esclerosamiento. El parénquima cortical constituido por células grandes con espacios intercelulares contiene frecuentemente paquetes de rafídeos. Los haces conductores son del tipo colateral cerrado y se hallan rodeados por una vaina escleren-quimática. El floema y xilema están muy reducidos. En *T. paleaceae* los haces conductores están en menor densidad y con vainas esclerenquimáticas menos diferenciadas. Sólo esporádicamente se observan raíces en las especies presentes en la zona de estudio. Raíces embrionales son muy raras. Las adventicias son las más frecuentes, especialmente en *T. latifolia* var. *major* y *T. purpurea,* siendo de forma cilindrica y de color amarillo verdoso. En raíces tiernas se observa una membrana epidérmica transparente que recubre el ápice. La epidermis tiene bastante mu-cílago. En raíces viejas el parénquima cortical presenta la parte externa escle-rosada; la porción media está constituida por células débiles y la porción interna es clorofiliana. El haz conductor radial es reducido (Fig. No. 7).

3. Tasa de crecimiento

Se observaron significativas diferencias de crecimiento entre *T. paleaceae* y *T. purpurea,* para las parcelas I, II y IV. También existió diferencia altamente significativa entre la parcela I y las otras, más no entre la 11 y IV.

Para *T purpurea,* la diferencia fue altamente significativa entre las parcelas I y IV; *T. latifolia* var. *major* tuvo tasas de crecimiento mayores que *T. paleaceae* y *T. purpurea,* tanto en la parcela I como en la IV.

Las tendencias de las curvas de incremento semanales indican crecimiento lento y constante durante todo el año de observación. El crecimiento promedio para *T. paleaceae* fue 1.5 mm/semana; para *T. latifolia* var. *latifolia,* 1.35 mm/semana; para *T. latifolia* var. *major* 4 mm/semana y para *T. purpurea* 3.8 mm/semana (Fig. No. 8).

4. Fenología

Las diferencias de crecimiento y desarrollo de las especies de *Tillandsia* presentes en el área de estudio en un año de observación se muestran en la Fig. No. 9. Las especies de *T. paleaceae* y *T. latifolia* var. *latifolia* forman flores esporádicamente y no llegan a formar frutos. *T. recurvata* se presenta sólo en estado vegetativo.

5. Distribución actual

La cobertura y biomasa existente en el área de estudio está constituida exclusivamente por especies de *Tillandsia* (Cuadros 1 y 2). Todas las muestras de suelo indican contenidos de humedad por debajo del coeficiente de marchitez. En general los suelos de las parcelas I, 11 y IV son muy salinos, de textura franca o franca arenosa, pH neutro o ligeramente ácido. Son suelos bien provistos de KjO y P, con deficiencia en Ca. El porcentaje de sodio intercambiable es excesivo. El suelo de la parcela III no es salino, siendo aceptable el o/o de sodio intercambiable.

Los resultados que se presentan en la Fig. No. 10 corresponden a mediciones de diferentes parámetros meteorológicos tomados hora a hora el *Z* de agosto de 1975 en Cajamarquilla.

DISCUSION

I. Especies de Tillandsia presentes en Cajamarquilla

La *T. paleaceae* Presl y la *T. latifolia* Meyen, en sus dos variedades, se identifican con claridad empleando las claves de Macbride (1936) para la primera y de Rauh (1970), para la segunda. La *T. purpurea* R & P es descrita con caracteres muy semejantes a *T. straminea* HBK, especie de la cual es diferenciada únicamente por las brác-teas primarias purpúreas y lepidotas, así como por la forma lanceolada de sépalos y brácteas. En *T. straminea* las brácteas primarias son descritas como estramíneas y glabras, y lá forma.aovada de sépalos y brácteas. Para dilucidar el caso, se estudió una amplia población, hallándose que el color y la pubescencia de las brácteas se dan en todas las plantas muestreadas y que incluso en la misma planta se presentan por lo general brácteas básales lepidotas y las distales glabras. La forma de brácteas y sépalos es aovado-lanceo-lado. En el Herbario del Museo de Historia Natural Javier Prado, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, de Lima, se observaron detenidamente ejemplares de ambas especies y se encontraron que varios especímenes identificados de *T. straminea* presentan pelos en las brácteas primarias, más aún en muchos ejemplares el propio especialista Lyman Smith coloca signos de interrogación seguido al nombre de la especie y no es raro hallar ejemplares *T. aff. straminea.* Estos antecedentes llevan a la conclusión de que se trata de una sola especie. Revisando la antigüedad de la descripción se llega a la conclusión que *T. purpurea* fue descrita por Ruiz y Pavón en 1802 en Santa Clara, mientras que *T. straminea* fue descrita por Humboldt y Bonpland en 1816

en Piura. Tratándose aparentemente de la misma especie que presenta gran variabilidad se la denomina en este trabajo *T. purpurea* por la mayor antigüedad de la descripción.

La *Tillandsia recurvata* L. fue encontrada sólo en pequeños grupos muy dispersos, con el vastago reseco y sin escapo. Su estado, así como la poca cantidad presente indicaría que está desapareciendo de Cajamarquilla por déficit hídrico. Con excepción de *T. recurvata* las otras especies de *Tillandsia* encontradas en Cajamarquilla presentan gran variabilidad en formas, lo cual indicaría a la costa central como un foco de especiación.

2. Características Morfoanatómicas de Valor adaptativo

La densa cubierta de pelos epidérmicos escamosos y absorbentes de las hojas es de vital valor adaptativo para las especies estudiadas, permitiendo una mejor economía hídrica en la planta por reflexión de la luz, captación y absorción de humedad y nutrientes y reducción de la transpiración. La menor densidad de pelos hacia la vaina de la hoja se debe a que se encuentra aplicada al tallo y, por lo tanto protegida de la evapotranspira-ción. La forma excéntrica de la corona de los pelos presente sólo en *T. paleaceae* parecería ser más eficiente que la concéntrica. Es así que *T. paleaceae* es la especie más xerofítica de las especies estudiadas.

La estructura de la hoja permite una economía efectiva de agua. Esta es absorbida por los pelos para luego llegar al parénquima mesofílico, almacenándose en el mucílago de este tejido. Los haces conductores aunque reducidos cumplen su función, dada la condición acaule de estas plantas. La vaina esclerenquimática que los rodea da resistencia a la hoja contra la acción del viento. Los estomas en bajo relieve en baja densidad, sólo en el envés y protegidos por los pelos, favorece la reducción de la transpiración. Parecería que estas xerofitas poseen metabolismo ácido crasuláceo (Benzing y Renfrow, 1971).

La reducida longitud del tallo así como su anastomosamiento con la vaina de las hojas explica la gran reducción de los haces conductores. El tallo tiene como función principal la acumulación de sustancias elaboradas y agua, así como la formación de nuevos brotes y raíces adventicias. En I *paleaceae* se observa menor densidad de haces y menor diferenciación de la vaina esclerenquimática que los rodea. Esto es debido al pequeño tamaño del tallo y el corto tiempo de vida de los brotes.

Las raíces poco frecuentes, son adventicias originadas en el tallo. Estas son fundamentalmente de fijación superficial en el sustrato. La presencia del parénquima clorofiliano en las raíces adventicias es debido a su exposición a la luz.

3. Tasas de Crecimiento

Las condiciones microclimáticas originan las diferencias de crecimiento entre las especies de la parcela I con aquellas de las parcelas II y IV. En la parcela I el promedio de las medidas son mayores. En las parcelas II y IV las plantas son pequeñas, débiles y no florean, esto sería originado por una menor exposición al aire húmedo rasante, en comparación con las plantas de la parcela I.

En *T. purpurea* hay una significativa reducción de la tasa de crecimiento en la parcela IV con relación a la parcela I. Las curvas de crecimiento para todas las especies, indican crecimiento durante todo el año. lo que se debería a la permanente alta humedad del aire.

4. Fenología

El desarrollo vegetativo y reproductivo de las especies estudiadas se presentan en diferentes épocas del año, debido a diferencias genéticas y microclimáticas.

El hecho que *T. paleaceae* y *T. latifolia* var. *latifolia* floreen solo en determinadas áreas de la zona estudiada, se debe a las condiciones topográficas que generan microclimas adecuados. Así, la parcela I por hallarse a mayor altura (530 msnm) y presentar mayor pendiente (30 o/o) que la parcela II (450 msnrrv) y 15.48 o/o de pendiente, recibe mayor humedad del aire rasante. Consecuentemente, las plantas de la parcela I son en promedio más vigorosas y florean, en comparación con aquellas de la parcela II que no florean. Por otro lado, el rango térmico diurno es más favorable en la parcela I (Figs. Nos. 10 y 11).

La parcela IV presenta condiciones de humedad y temperatura favorables para la floración de *T. purpurea* y *T. latifolia* vár. *major,* no así para *T. pa-leacea.*

5. Causas de la Distribución Actual

El Tillandsial de Cajamarquilla presenta variaciones especiales de especiación, cobertura y vigor de acuerdo a la distribución de la humedad del aire y al relieve que condiciona una mejor utilización de ella. La alta frecuencia de neblinas en la zona determina la existencia del Tillandsial, ya que allí no existe otra fuente de humedad. En la parcela I, ubicada en la ladera oeste de la pendiente suave (30 o/o), el aire húmedo asciende en el día a una velocidad moderada, llegando a saturarse,

disponiendo así las *Tillandsias* de una mayor humedad. Aquí el Tillandsial alcanza su mayor biomasa (580 gr de materia seca por m^2), cobertura (70 o/o) y' especiación *{T. latifolia* var. *major, T. purpurea, T. paleaceae* y *T. recurvata).*

Hacia la parcela III, es decir bajando el valle seco, la pendiente disminuye (15.48 o/o), las neblinas adventicias se van disipando hacia el mediodía, con lo que se eleva la temperatura del aire y del suelo. Ello origina un disminución de especies, de cobertura y vigor. La especie dominante es *T. purpurea,* presentándose en muy poco número la *T. latifolia* var. *latifolia.* La biomasa vegetal existente es baja (trazas) y la cobertura aparentemente alta (50 o/o) con gran parte de la vegetación seca.

En la parcela III, ubicada en el valle seco, no hay *Tillandsias,* debido a los torrentes estivales esporádicos que se presentan cada cierto número de años. La parcela IV, sobre la ladera este, presenta una pendiente del 100 o/o. El aire húmedo es obligado a ascender rápidamente, siendo la cobertura de sólo el 0.4 o/o. La biomasa primaria de 85.1 gr de materia seca por m^2, se explica por la presencia de las dos especies de mayor tamaño, *T. purpurea* y *T. latifolia* var. *major.*

Los suelos fuertemente salinos en el área de estudio, no afectan el desarrollo de las Tillandsias por carecer éstas de sistema radicular funcional.

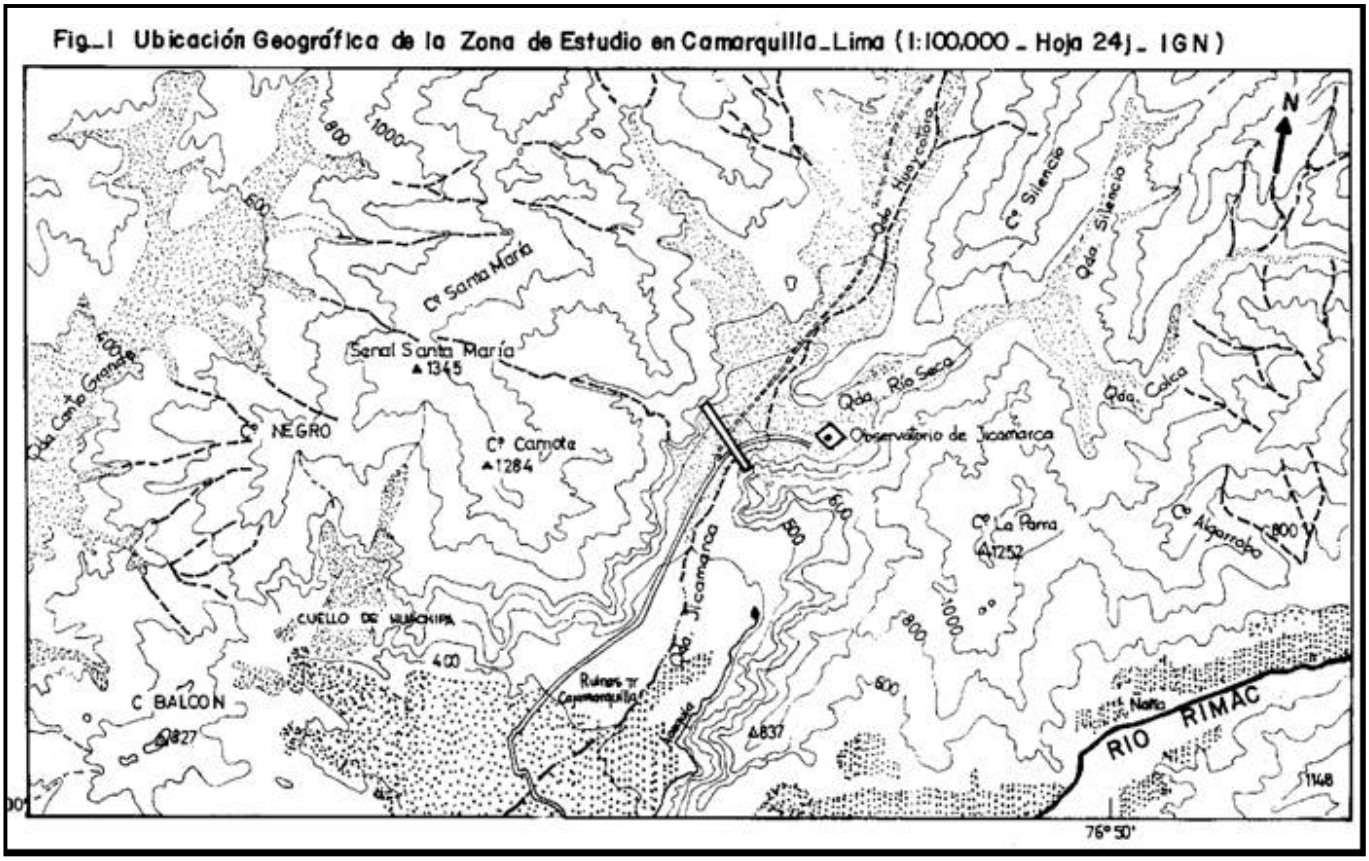


Fig. 2 Area de Estudio en Cajamarquilla.

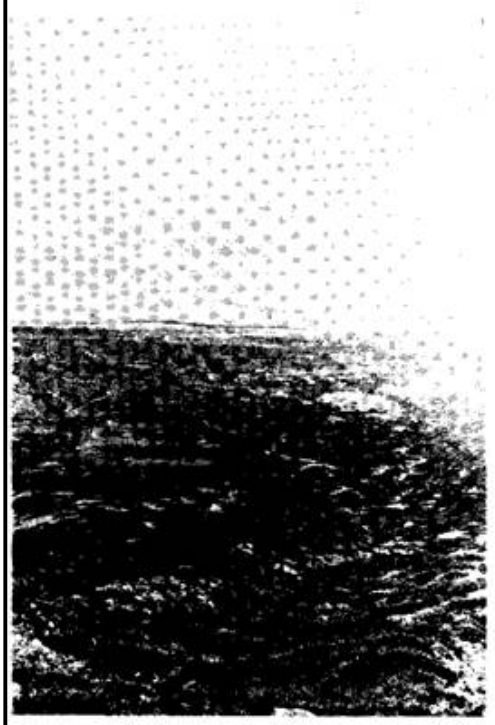
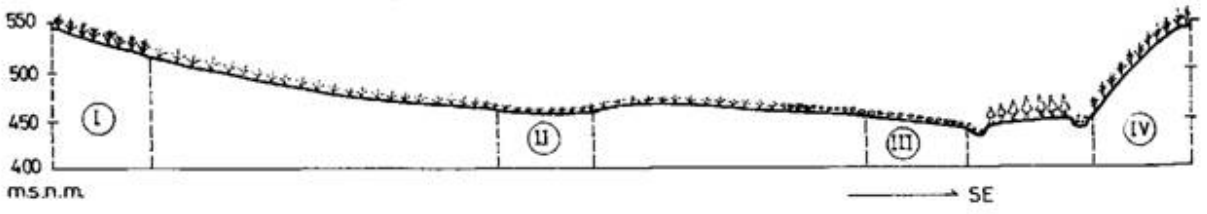


Fig. 2A. Sección transversal del Valle Seco (SE-NW). Los números romanos indican las ubicaciones aproximadas de las parcelas de muestreo I, II, III y IV.

Fig. 2B. Orientación de las matas de *Tillandsia paleaceae* en forma de media luna, orientados al Sur.

Fig. 2C. **Perfil transversal del Valle Seco (SE - NW)**



PARCELA I Falda Nor oeste
PARCELA II Valle bajo
PARCELA III Terraza y cauce de río seco
PARCELA IV Falda Sur este

Fig. 3. Especies de *Tillandsia* en Cajamarquilla

Fig. 3A: *T. paleaceae*

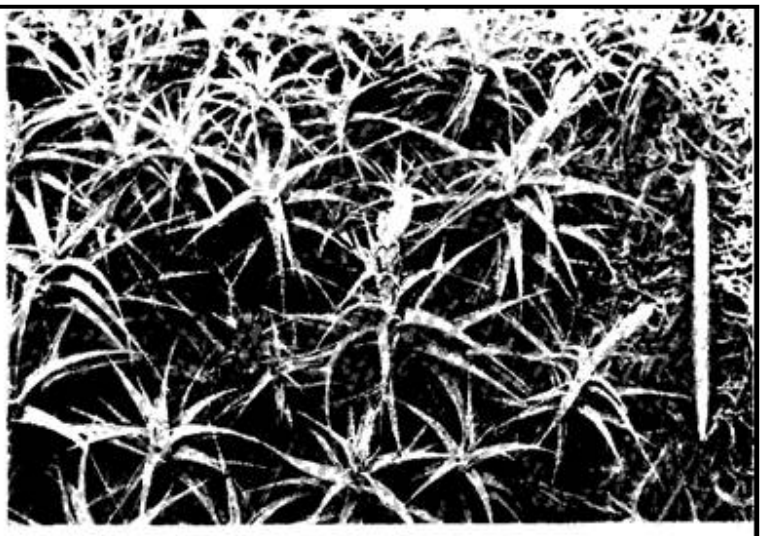


Fig. 3B: *T. latifolia* var. *latifolia*

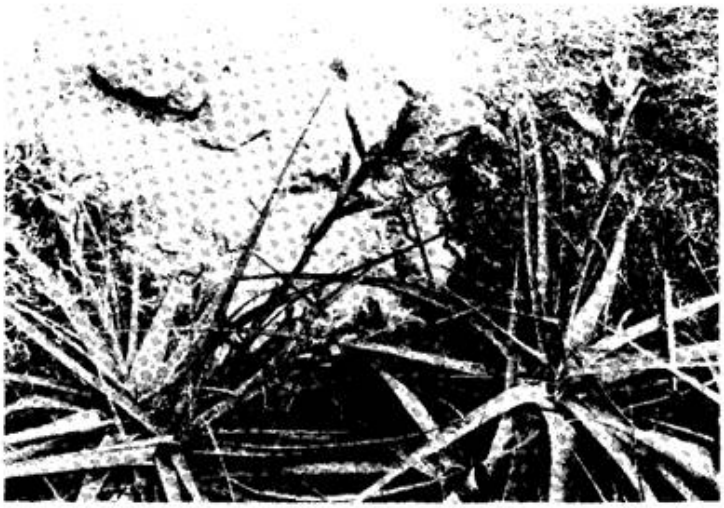


Fig. 3C: *T. latifolia* var. *major*

Fig. 3D: *T. purpurea*

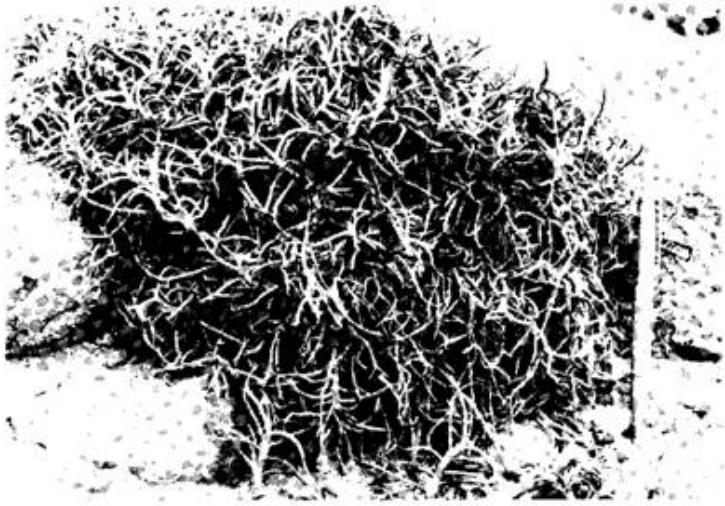


Fig. 3E: *T. recurvata*

Fig. 4. Pelos escuteliformes en *Tillandsias* de Cajamarquilla (45x).

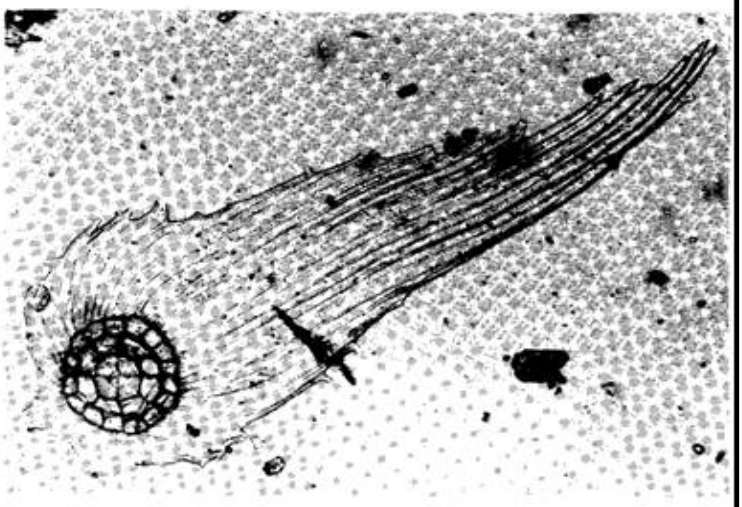


Fig. 4A: *T. paleaceae*

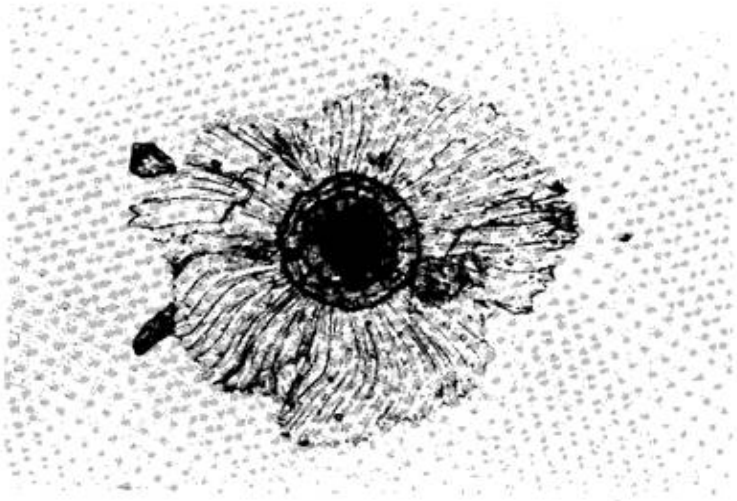


Fig. 4B: *T. latifolia* var. *major*

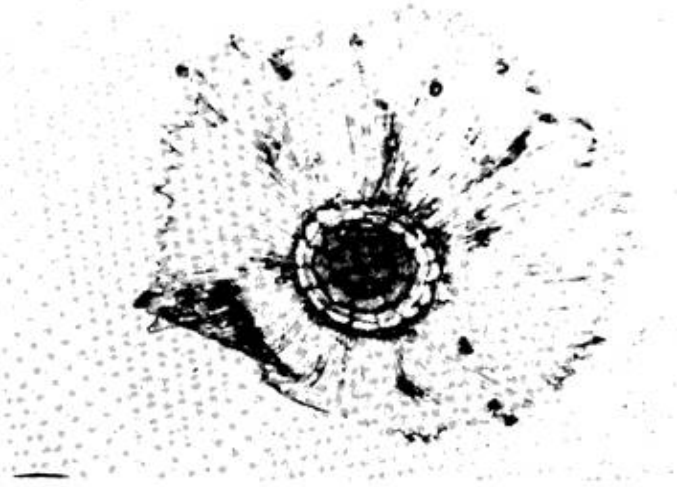


Fig. 4C: *T. latifolia* var. *latifolia*

Fig. 5. Sección transversal de hoja de *Tillandsia*.

Fig. 5A: *T. purpurea* (35 x)

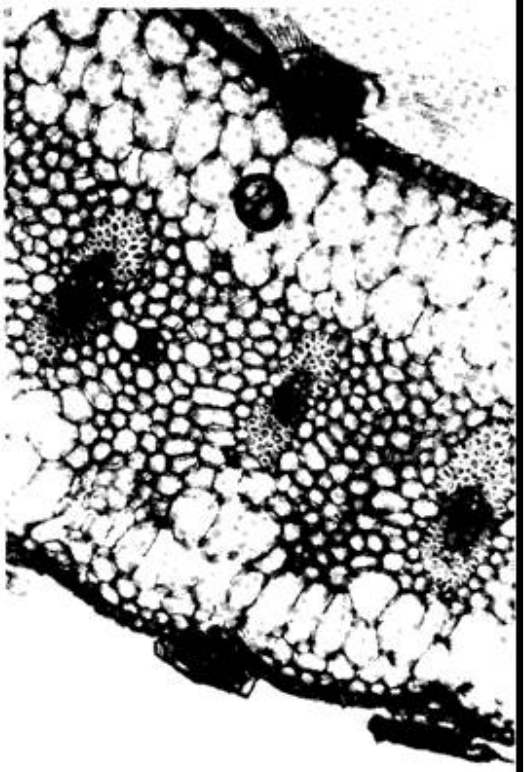


Fig. 5B: *T. latifolia* var. *major* (45 x)

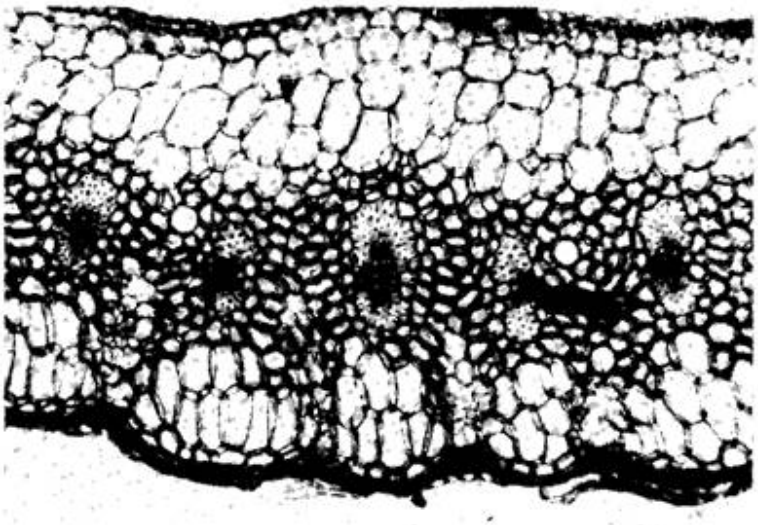


Fig. 5C: *T. latifolia* var. *latifolia* (45 x)

Fig. 6. Haces conductores de *Tillandsia* en sección transversal. Tejidos conductores escasos y gran desarrollo de vainas esclerenquimáticas.

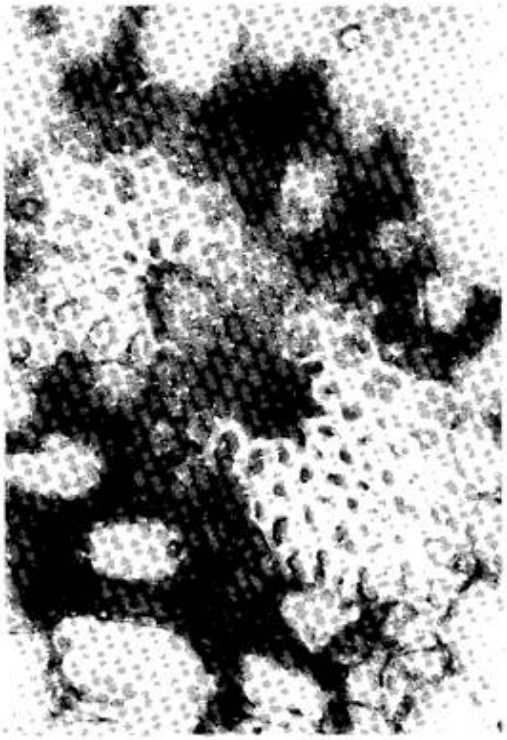


Fig. 6A: *T. purpurea* (175 x)

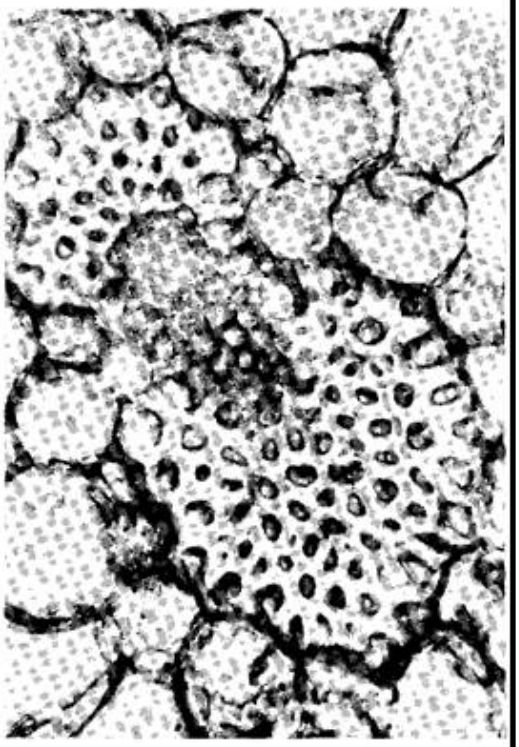


Fig. 6B: *T. paleaceae* (225 x)

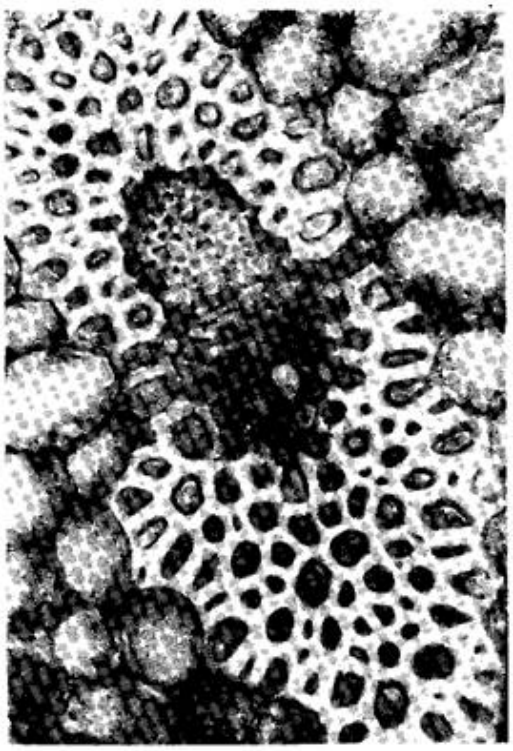


Fig. 6C: *T. latifolia* var. *major* (225 x)

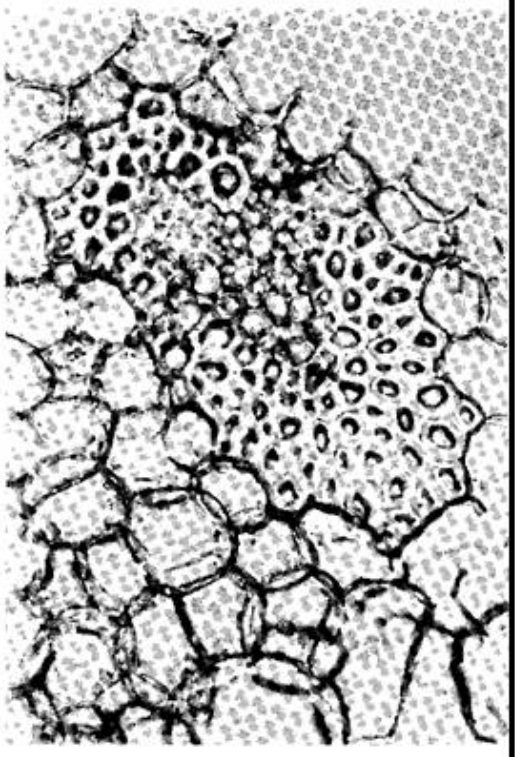


Fig. 6D: *T. latifolia* var. *latifolia* (175 x)

Fig. 7 Sección transversal de raíz de *Tillandsia purpurea*

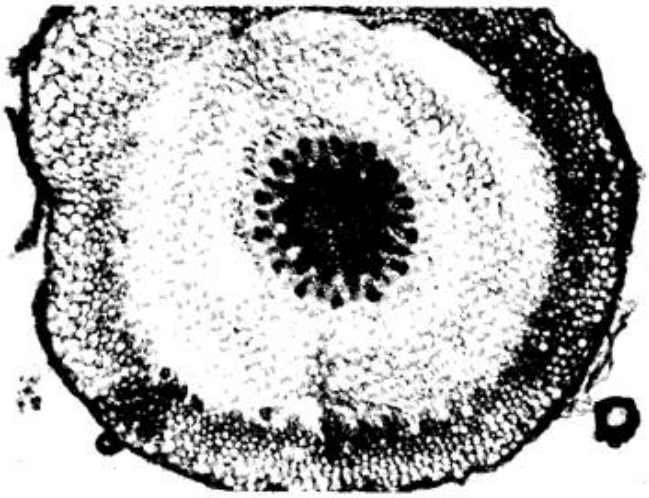


Fig. 7A: 35 x

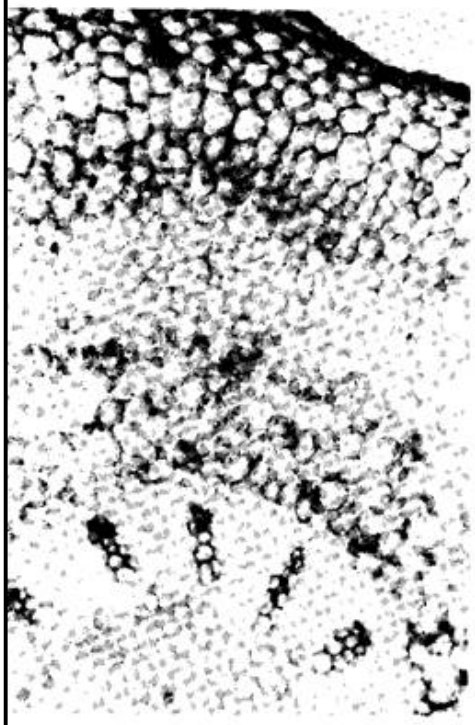
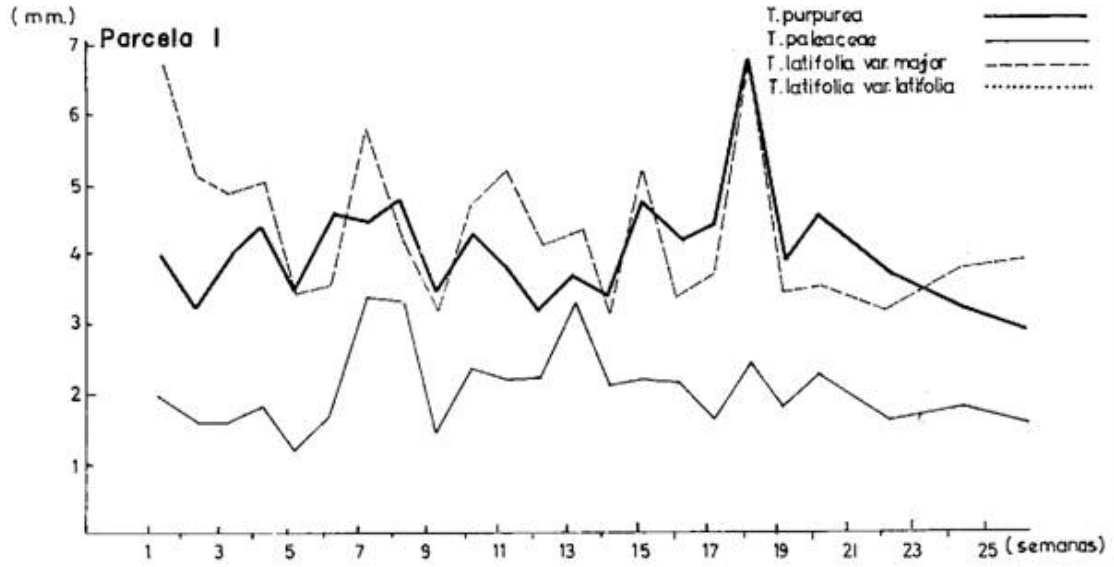
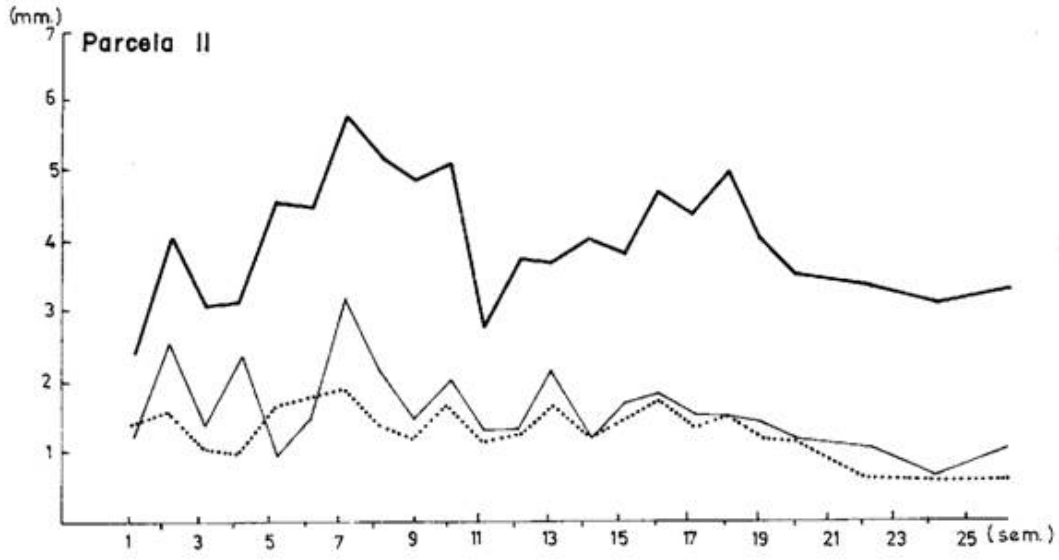


Fig. 7B: 87.5 x

Fig. 7C: 175 x

Fig._8 Incrementos Semanales de Longitud de Hojas en Tillandsias de Cajamarquilla





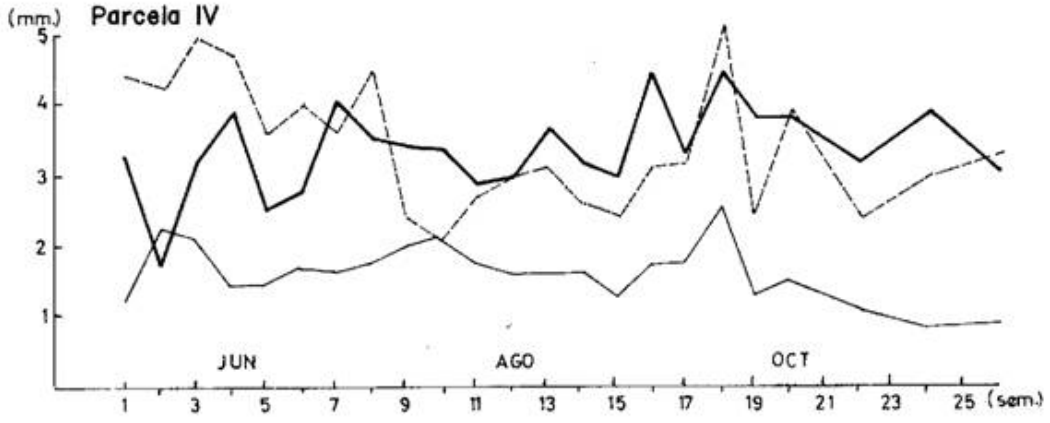
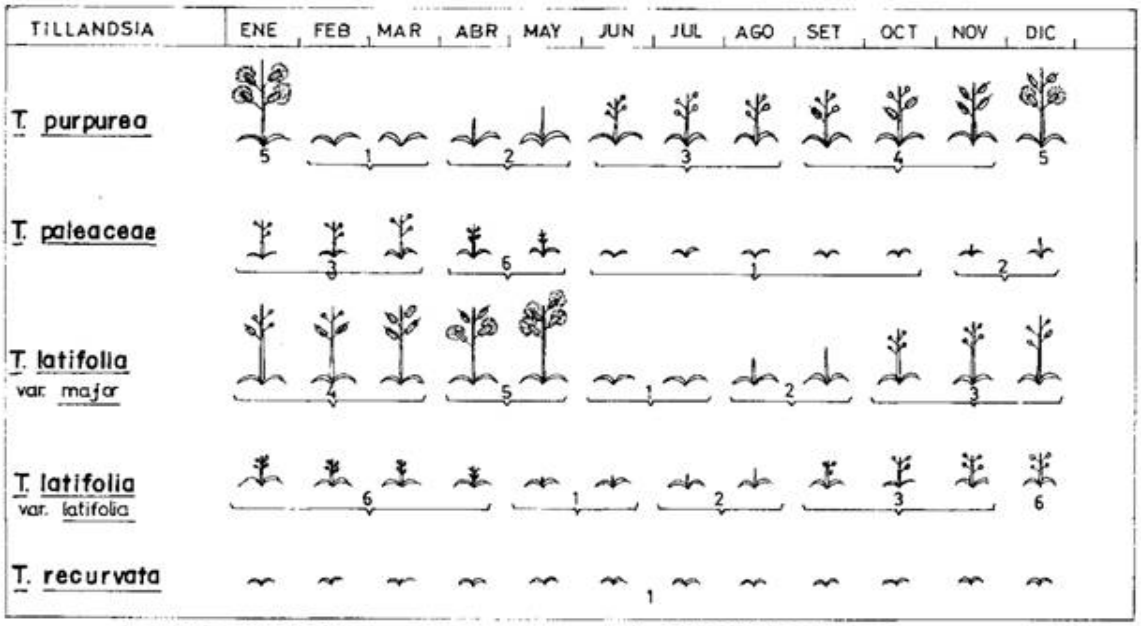


Fig._9. Estados Fenológicos de las especies de Tillandsia en Cajamarquilla_ Lima



1._ ESTADO VEGETATIVO
2._ FLORACION Y CRECIMIENTO DEL ESCAPO
3._ FLORACION
4._ FRUCTIFICACION
5._ MADURACION DE SEMILLAS Y DISEMINACION
6._ ESTERILIDAD Y/O ABORTO

Fig._10 Tendencia de la Temperatura del suelo en Cajamarquilla a 5 y 20 cms. de profundidad

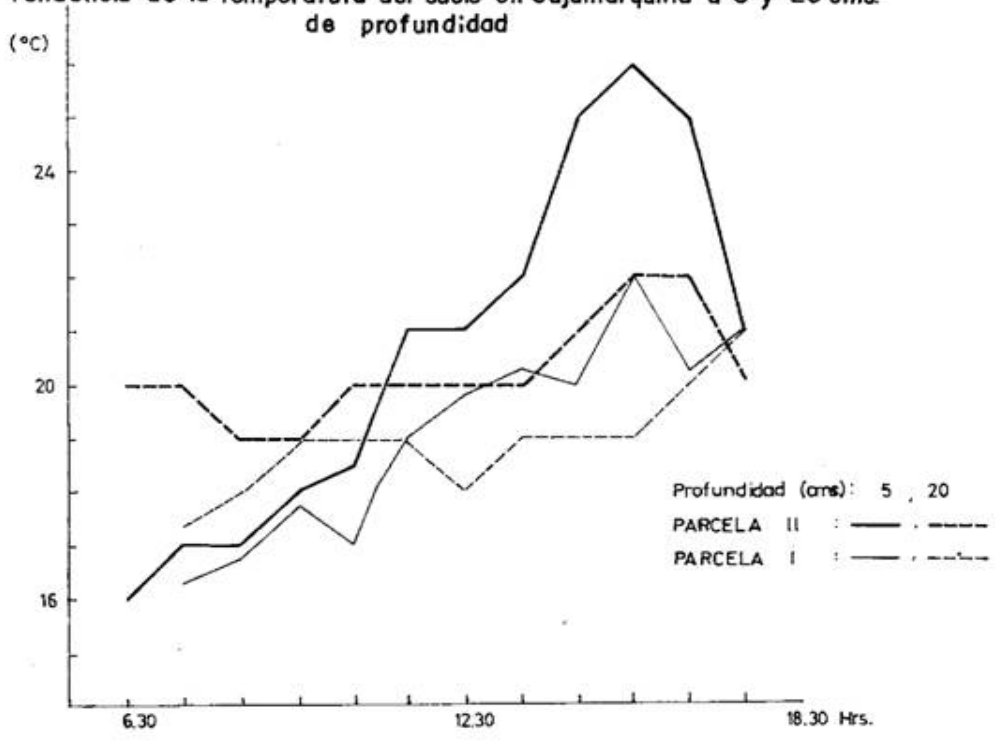
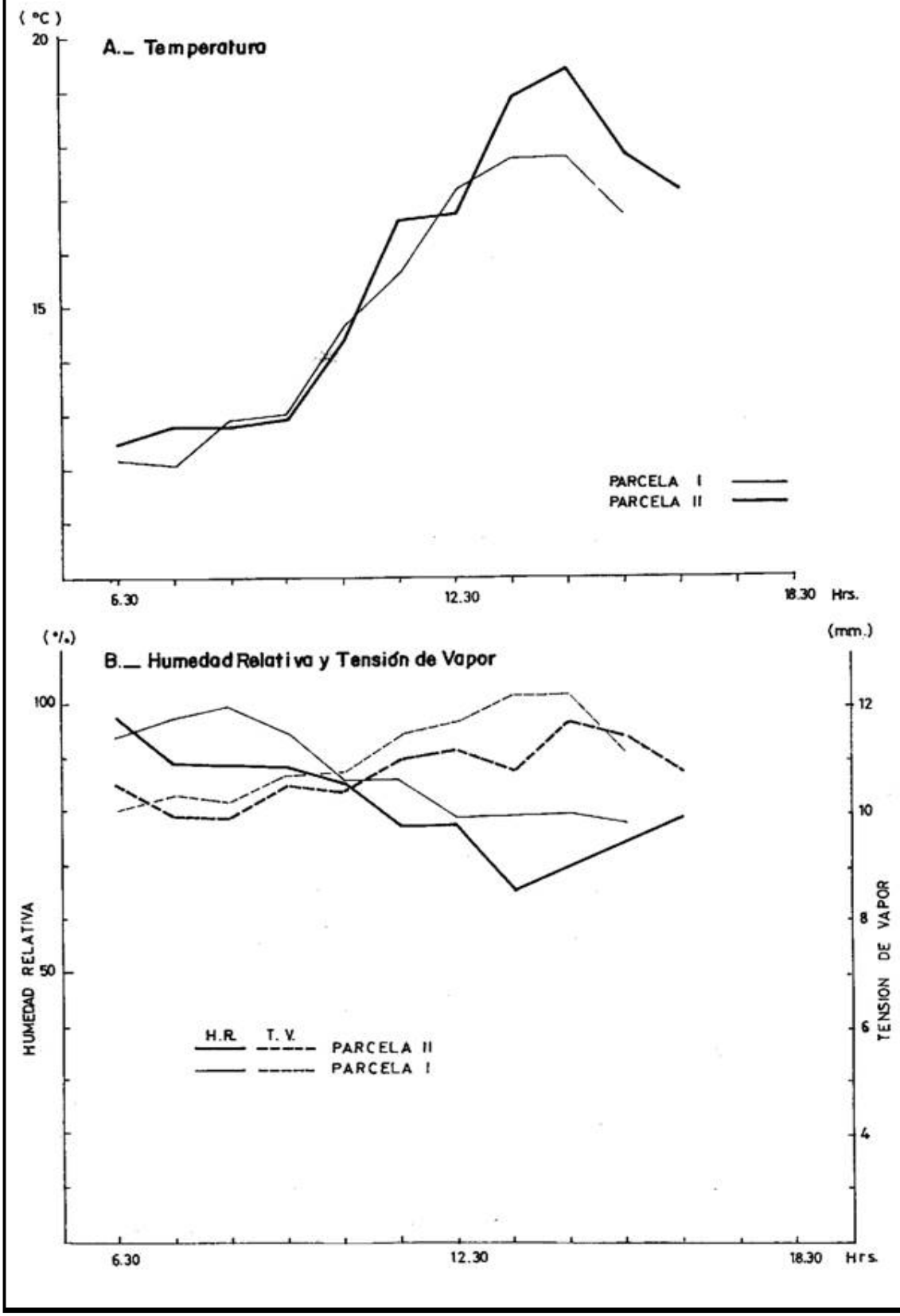
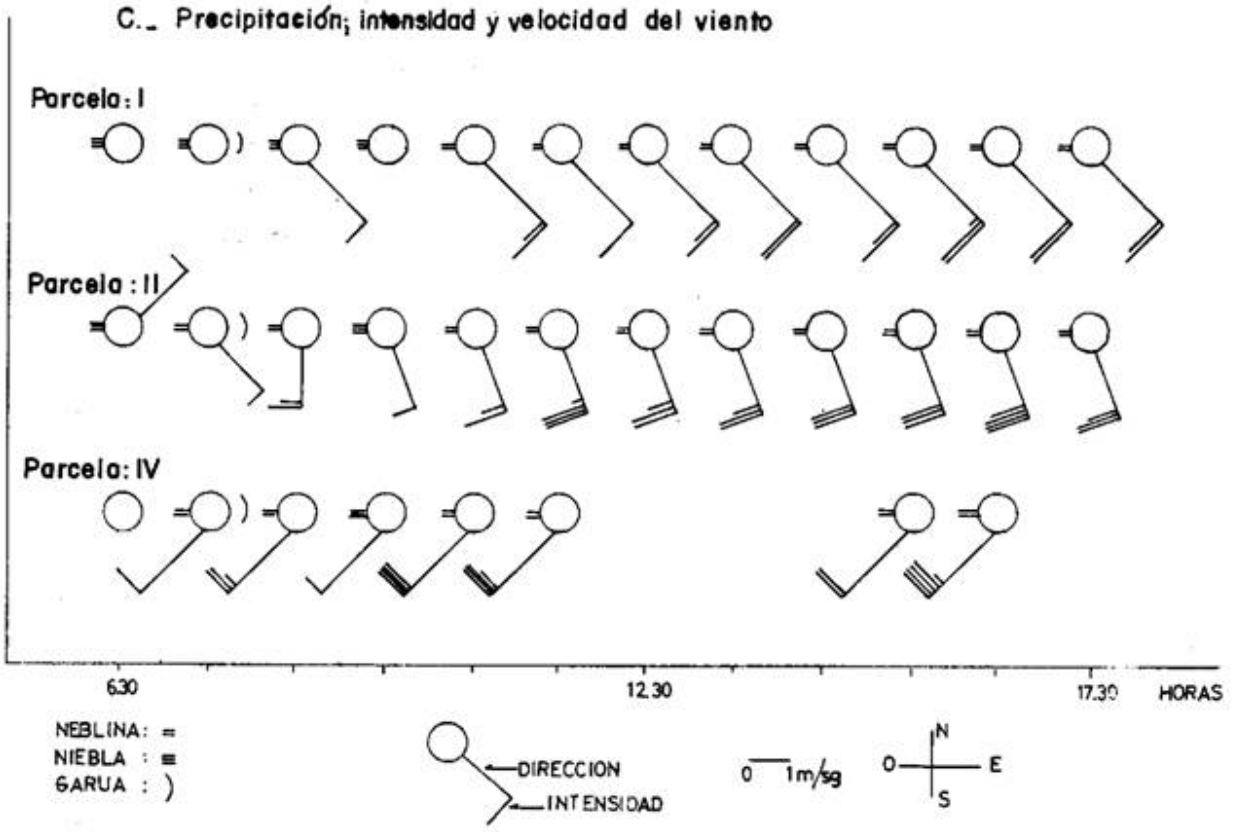


Fig. II.— Características del aire cerca del suelo en Cajamarquilla



C._ Precipitación, intensidad y velocidad del viento



CUADRO 1. COBERTURA DE *TILLANDSIA* EN CAJAMARQUILLA

	PARCELAS				Promedio
	I	II	III	IV	
Cobertura vegetal reducida al horizonte (o/o)	71.08	50.48	0	0.3	30.46
Pendientes (o/o)	30.00	15.48	0	100.0	---
Cobertura Real (o/o)	74.21	51.08	0	0.4	31.42

CUADRO 2. BIOMASA DE *TILLANDSIA* EXISTENTE

	PARCELAS				Promedio
	I	II	III	IV	
Peso fresco (gr materia seca/m^2)	1,500.0	Trazas	0	220.0	430.0
Peso seco (gr materia seca/m^2)	580.5	Trazas	0	85.1	166.4

CONCLUSIONES

1. Se identificó en Cajamarquilla las especies *Tillandsia paleaceae* Presl., *T. purpurea* R & P, *T latifolia* var. *major* Mez., *T. latifolia* var. *latifolia* Meyen y *T. recurvata* L.

2. Todas las especies observadas presentan adaptaciones morfoanatómi-cas al habitat xérico: pelos escamosos absorbentes, estomas hundidos y escasos, abundante mucílago, haces conductores reducidos y ausencia de sistema radicular funcional.

3. La floración y fructificación sedan en diferentes meses del año para cada especie de *Tillandsia.*

4. La tasa de crecimiento y la biomasa existente de las especies de 77*llandsias* estudiadas, son sumamente reducidas.

5. El Tillandsial de Cajamarquilla presenta variaciones especiales de especiación, cobertura y vigor, de acuerdo al relieve topográfico y a la dinámica y contenido de humedad del aire cerca del suelo

BIBLIOGRAFIA

1. ASO, K. 1910. **Kónnen Bromeliaceen durch die Schuppen der Blátter Salze aufnehmen?** Flora (Jena) 100, 447, en Gessner Op. cit.
2. BENZING, D y BURT, K. 1970. **Foliar Permeability among twenty species of the Bromeliaceae.** Bulletin of the Torrey Botanical Club: Set-Oct. Vol. 97, No. 5.
3. BENZING, D. y RENFROW, A. 1971. **Significance of the Patterns of CO_2 exchange to the Ecology and Phylo-geny of the Tillandsioidea.** Bulletin of the Torrey Botanical Club: NovDec. Vol. 98, No. 6.
4. CARMEN CUBA, MIGUEL. 1958. **Estudio preliminar sobre la inmovilización de las arenas del cerro Pasa-mayo mediante la plantación de Tillandsias.** Informe mensual de la Estación Experimental Agrícola de La Molina. Ministerio de Agricultura. Mayo 1958, Año 32, No. 370. Lima, Perú. 61 pp.
5. CEDERVALL, E.V. 1884. **Anatomiskt-Tysiologiska Undersókningar ófver Bladet hos Bromeliaceerna, Góterbergs kgl. Vetensk . och Vitterh.** Samhálles Handl. 19,2 en Gessner Op. cit.
6. ELLENBERG, H. 1958. **Uber Wasserhaushalt tropi-cher Nebeloasen in der Küstenwüste Perus.** Ber. für Geobot. Forsch.Inst. Rübel f. 1958, 47-74; en Colección Historia Marítima del Perú, 1ra. Edición. Editorial Ausania. Perú. Volumen 1. 1972.
7. ENGEL, F. 1970. **Las Lomas de Iguanil y el Complejo de Haldas.** Universidad Nacional Agraria. Lima, 1970.
8. FUKUSHIMA, M. 1969. **Algunos aspectos cuantitativos de los Tillandsiales grises de la parte baja del Cerro Campana.** Boletín de la Soc. Bot. de La Libertad. Junio. Vol. I No. 1. 75-93.
9. GESSNER, F. 1956. **Der Wasserhaushalt der Epyphyten und Lianen;** en Handbuch der Pflazenphisiologie. Vol. 111:922-941. Ed. W. Ruhland. Springer-Verlag. Berlín. Druck der Universitátsdruckereu. H. Stürzt, AG. Würz-burg.
10. HARBRECHT, A. Untersuchungen über die lonenaufnah-me der Bromeliaceen. Jb. wiss. Bot. 90,25. 1941. en Ges-ner Op. cit.
11. KOEPCKE, H. y M. 1968. División Ecológica de la Costa del Perú. Bolet. Wxt. de Min. Pesquería. Univ. Nac. Agraria. 2da. Edición.
12. LOPEZ OCAÑA. C. 1970. Guía de Prácticas de Ecología Vegetal. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú.
13. MACBRIDE, J.F. 1936. Flora of Perú. Field Museum of Natural History. Vol. XIII. Part **1.** No. 3. Chicago, USA. 527-568.
14. MEZ, C. 1904. Physiologische Bromeliaceenstudien. Jb. wiss. Bot. 40. 157; en Gessner Op. cit.
15. PULGAR VIDAL J. 1970. Las Ocho Regiones Naturales del Perú. 7ma. Edición. Editorial Universo. Lima, Perú.
16. RAUH, W. 1970. Bromelien. Band **1.** Die Tillandsioiden. Engen Ulmer, Stuttgat.

17. REICHE, K. 1907. Die Vegetation der Erde. VIII. Pflan-zenverbreitung in Chile. Leipzig; en Gessner Op. cit.
18. SCHIMPER, A.F.W. 1888. Die epiphytische Vegetation Amerikas. Bot. Mittheil. a.d. Troppen, H.2.b. Uber Bau und Lebensweise der Epiphyten Westindiens. Bot.Zbl. **1** 7,253 (1884); en Gessner Op. cit.
19. STEINBRINCK, C. 1905. Einführende Versuche zur Kohásionsmechanik von Pflanzenzellen nebst Bemerkun-gen über Saugmechanismus der wasserabsorbierenden Haare von Bromeliaceen. Flora (Jena) 94,464.
20. TROLL, C. 1956. Der Nebel ais Pflanzengeographische Faktor, en Handbuch der Pflanzenphisiologie. Vol. III: 779-784. Ed. W. Ruhland. Springer-Verlag Berlin. Druck der Universitátsdruckerei. H. Stüsrtzt, AG Würzburg.
21. WEBERBAUER, A. 1945. El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Estación Experimental Agrícola de La Molina. Min. de Agr. de Lima.
22. ZEIGENSPECK, H. 1935. Analyse des belebten Kohá-sionsmechánismus der Wasserspeicher in der Bromelia-ceenbláttern. Bot. Archiv. 37, 267 en Gessner Op. cit.

Prehistoria y Oceanografía

Frederic A. Engel

Al comparar observaciones de carácter oceanógrafico y geológico con datos que nos proporcionan los estudios de la prehistoria, se nos plantean numerosas e interesantes preguntas que en su mayoría, todavía no hemos sido capaces de contestarlas, y solamente podemos proponer respuestas que tienen carácter hipotético.

Tomaremos como ejemplo el desierto de Paracas y la Bahía del mismo nombre. El desierto de Paracas se extiende en forma de un tablazo, con cerros de poca altura, desde el pueblo de San Andrés en la margen sur de la desembocadura del río Pisco, hasta la margen norte de la desembocadura del río lea. Es un territorio de 75 km de largo que cubre unos 500 km^2 y cuyo ancho comprende desde el litoral hasta las primeras elevaciones de la cordillera. Se observan el Morro Quemado y el Monte Wilson, dos elementos rocosos que parecen fracturados de la cordillera, de la cual otros componentes han formado las islas que rodean el litoral. Este litoral, en su mayor trayectoria, está protegido por rocas muy antiguas, del Cambriense y del Secundario; así han resistido las últimas transgresiones marinas. Sólo las oscilaciones que han dejado las terrazas del tipo monasteriano o más antiguas, han afectado en forma notoria el perfil oeste-este que observamos hoy en día. Tales terrazas se formaron en los años 100,000 o más, antes de hoy. Como aún no se ha comprobado la existencia del hombre en los Andes en épocas tan remotas, dichas terrazas no interesan por el momento a los historiadores.

Que hubo ocupación o caminatas por transeúntes a lo largo de la costa durante el último episodio glaciar, parece por el contrario perfectamente admisible. Trimborn (3) encontró, algo más al sur, en Puyenca, vestigios que dieron una edad de 13,950 ±130 años antes del presente (BONN-1148). Yo encontré algo similar cerca a Camaná, con edad de 10,200 ± 140 años antes del presente (NY-383). Pero en Paracas mismo, no logré encontrar un hombre del Wurm IV. El primero en reaparecer, hasta la fecha, era un hombre del Holoceno enterrado sobre una terraza que encierra la Bahía de Paracas—a su lado este; formaba parte de un grupo acampado en el lugar, catalogado como sitio 96 (4). La estera que lo envolvía dio una edad de 8830 ± 190 años antes del presente (1-1311). Es muy probable que hayan existido algunos otros asentamientos similares en la zona, pero los vientos soplan allí tan fuertes durante el invierno, que es un milagro encontrar algo muy antiguo que haya sobrevivido fuera de un abrigo. El sitio 96 sobrevivió porque era protegido por los desperdicios de un pueblo establecido posteriormente en el mismo lugar, el pueblo No. 514, que vivió allí entre 6000 y 5500 años antes del presente. Entonces me pregunté: ¿Por qué, en dos oportunidades, con 3000 años de diferencia, el hombre se había establecido en el mismo punto sobre un tablazo totalmente desértico, a 25 km al sur del río Pisco y a 50 km del río lea? Me fijé que la respuesta podría ser en que debía existir una fuente de agua; y la encontré, cuando observé que pescadores venían a remo desde la lejana Bahía de la Independencia, covaban un pozo al pie de la terraza sobre la cual existían los asentamientos prehistóricos, y de este pozo se abastecían con agua salobre, pero potable.

Siguiendo esa terraza y caminando a todo lo largo de la ribera sur de la Bahía, hasta el promontorio rocoso conocido como "Punta Pejerrey", que delimita la Península de Paracas al oeste, observé que agua dulce estaba goteando debajo de las rocas al mar. Eso me dio la idea de covar pozos en diversos puntos. Entre los que cové, uno estaba ubicado frente al pueblo bautizado por Tello como "Cabezas Largas", más conocido como el famoso sitio de "Paracas". Allí, con facilidad encontré agua salobre a 2 m debajo de la superficie, al pie de lo que luego llegué a exponer como un gran pueblo de la sociedad de los Nazca. Era tan buena el agua allí, que hice crecer dos Mimosas en pleno desierto.

El clima y el paisaje hace 10,000 años, debe haber sido diferente de lo que vemos hoy, quizás más húmedo y fresco durante la transgresión Flau-driense. "Lomas", es decir oasis de neblina, donde la condensación de nieblas daba vida a una vegetación, existían en diversas áreas del desierto de Paracas, hasta por lo menos, hace 2000 años. Eso lo suponemos por la existencia, en estos lugares, de pueblos que dos siglos más tarde habrían de desaparecer; es así que encontré los restos de una loma fósil con vegetación arbustiva, a poca distancia, al este del sitio 96.

Ahora bien, existe otro aspecto intrigante en cuanto al sitio 96. Está instalado sobre una terraza, 6 m encima del nivel actual del agua de la Bahía. Pero, ¿dónde estaba la Bahía hace 10,000 ó 9,000 años atrás? No lo sabemos, y ni siquiera sabemos si existía en esos tiempos. Según las curvas de Fairbridge, de Ters y de Morner (6), que indican las variaciones de los niveles de los mares durante el último millón de años, el océano estaba hace 10,000 años, 60 m más abajo según Ters; 44 m según Morner y 32 m según Fairbridge. De todos modos, a lo largo de una línea imaginaria uniendo el sitio 96 con el océano, el perfil debe haber sido muy diferente al de hoy;

puede ser que en lugar de la Bahía existía allí una profunda garganta, rodeada por una playa en la que los habitantes del asentamiento 96 hubieran covado sus pozos.

Ahora bien, ¿cómo y por qué se habría rellenado después la Bahía?

Sería muy necesario, bucear y averiguar como está el terreno que se encuentra debajo del agua actualmente. La profundidad en ciertos sitios no pasa de 1.50 m. Levantar 40 m un fondo marino es una operación gigantesca: se puede pensar en entrada de arena, pero también en deslizamiento de los bordes, como consecuencia de movimientos tectónicos.

Por encima del sitio 96 encontramos el pueblo 514, el cual está compuesto por 6 casas circulares, cuyas paredes estaban sostenidas por palos y troncos de sauces. ¿Sauces en el desierto? He encontrado sauces todavía en vida, en "Chotts" o lugares donde resurge el agua dulce, en medio de las dunas, muy cerca de la playa.

El pueblo 514, data según el C-14, de hace 5890 ± 145 años antes del presente (GX-218). Fue durante el momento de la potente transgresión Lit-toriana IV, cuando el mar subió entre 2 y 3 metros más arriba del nivel de hoy. Es decir, que durante la vida del pueblo 514, puede haber existido la Bahía tal como la vemos; pero los moradores tuvieron que covar nuevos pozos al pie de la terraza misma, los anteriores estaban cubiertos por el mar.

La existencia de una Bahía al pie de terrazas habitables y estando el clima todavía en la última fase del óptimo climático, puede explicar la existencia de algunos otros pueblos de pescadores de la misma edad que he encontrado a lo largo de la costa.

Todos ellos comían productos de plantas cultivadas, adquiriéndolos de los agricultores de los valles posiblemente por trueque. Lo más parecido al pueblo 514 es el de La Yerba, situado en la desembocadura del río lea. Pero, en La Yerba, se podía sembrar en el limo humedecido por las avenidas del río, a diferencia de Paracas.

Ahora se va a producir una regresión marina muy honda, la de Baha-mas; que llegará a su punto más bajo en 4300 años antes del presente. Parece que aquí coinciden en forma inesperada, los datos climatológicos y arqueológicos —Hace tiempo que los geógrafos, como Dollfus (1), y nosotros los arqueólogos, habíamos notado que el Perú costero, en su totalidad, debía haber sufrido una crisis durante estos siglos. Lo mismo se nota en las "Lomas". Es así que el gran pueblo 613 de Paloma (3), desapareció alrededor de 4750 años antes del presente, con esporádica reocupación alrededor de 4500. Admito que Paloma y Paracas, pueblo 514, no son comparables; los habitantes de Paloma fueron meso-líticos y no conocían plantas cultivadas; los de Paracas fueron neolíticos, o por lo menos tenían contacto con los neolíticos. Sin embargo, un cambio climático puede haber acelerado el abandono de Paloma y de Paracas. En forma general, han desaparecido durante estos siglos, todos los asentamientos de los primeros agricultores del Neolítico I; es decir, de los cultivadores que ignoraban el maíz. Habrá que esperar hasta los años 4000 antes del presente, para que reaparezcan otros pueblos culturalmente diferentes, y que vivían —al ver sus desperdicios— en un ambiente diferente: en sus pueblos aparece más carbón, huesos de lobos en cantidad, más grasas; lo cual puede indicar un clima más seco y menos caluroso. ¿O quizás notamos el resultado de un cambio en las tradiciones culturales? Sin duda se vivía en forma diferente, ahora en muy pequeñas casas subterráneas; ya no como antes, por encima del suelo.

Pocos, aislados y pequeños son los asentamientos de esta época de crisis en e! desierto de Paracas.

La crisis puede haber demorado hasta los años 4000 ó 3800 antes del presente. A partir de esa edad, se va a desarrollar una civilización de lo más espectacular.

En Paracas, el renacimiento a la vida, se observa mejor en uno de los mayores y más interesantes asentamientos, el agrupamiento de viviendas que encontré en los conchales de la Laguna de Otuma, a 10 km al sur de la Bahía de Paracas. Otuma está rodeada por inmensos bancos de Pectén y de otras conchas, probablemente el producto de una de las entradas de la-contra corriente ecuatorial. He datado los asentamientos humanos encontrados encima de estos bancos: estaban habitados hace 3850 ± 80 años antes del presente (NZ-370/4).

En la costa norte, en las Salinas del Santa, hice el mismo descubrimiento (5): una entrada de agua caliente había creado un banco de conchas del tipo tropical. Los habitantes que vivían sobre las terrazas las comían, y sus restos dieron una, edad de 3230 ± 95 años antes del presente (I-9974). Eso confirma que las entradas de la contra corriente ecuatorial, constituyen fenómenos cíclicos.

Todavía no comían maíz los que edificaron esta civilización, pero parecen haber llevado al Perú costeño a un período de auge, edificando grandes estructuras de piedra y aglomerándose en pueblos que parecían haber formado una confederación, desde el Lu-rín hasta el Supe, quizás más al norte y hasta la sierra semiárida.-Vea la descripción del formidable conjunto de La Galgada, descubierto por Grieder y Bueno, y habitado en 3740 ± 90 años antes del presente (TX-2463).

No sabemos si será obra de miembros de uno o de diferentes grupos —de una sola tribu o de varias tribus; eso lo aclararán los arqueólogos; el dato más importante por el momento es que todo

eso, por razones también desconocidas, desapareció, al parecer de un día al otro, alrededor de 3500 años antes del presente— los últimos fechados que tenemos para sus pueblos corren así: El Paraíso: 3570 ± 150 (1-1676); Asia I: 3270 ± 100 (NZ-319); etc.

A partir, por lo menos de la costa, de 3500 a 3300 años antes del presente, la última civilización premaíz se había extinguido totalmente. Sus pueblos fueron abandonados y reemplazados por otros, ocupados por habitantes que han dejado rasgos culturales diferentes.

El desastre parece haber ocurrido durante dos regresiones marinas seguidas, las de Crane Key y de Pelham Bay. La curva de Ters, en esa ocasión, coloca el mar en — 6m, Fairbridge entre —2m y — 4m. Es decir, que posiblemente no existía todavía, la Bahía de Paracas en su forma presente. El desastre debe haber tenido consecuencias muy serias, porque entre los últimos moradores que no comían maíz y los próximos pobladores que utilizaban cerámica y tejían su ropa, parece haber existido un vacío de 600 a 700 años; fue alrededor de 2800 años antes del presente que reaparece la próxima sociedad.

Según Fairbridge, el renacimiento coincide con la Fase I de otra regresión, la de Abrolhos, que llevó el mar de + 2 m hasta 0 m, segúnTers. Es decir, que nuevamente se habrá rellenado la Bahía de Paracas, instalándose en sus riberas dos importantes pueblos densamente poblados: Disco Verde y Puerto Nuevo (2).

Para estos pueblos, tenemos data-ciones indicando que estaban en vida entre 2800 y 2700 años antes del presente. También estaban ubicados en la terraza, con agua de filtración accesible en la playa. Cové un pozo de control, y la encontré. Como lo he dicho, este período, al parecer de felicidad, corresponde a la transgresión de Abrolhos; pero aquella, según Fairbridge, fue cortado en dos por una breve regresión, cayendo el nivel del mar de 2 m y llegando a -1m. Al mismo tiempo observamos un fenómeno de carácter cultural: aparece en Disco Verde, en Puerto Nuevo, y en todos los asentamientos ocupados en la zona, la cerámica con decoración de Chavín clásico.

Es muy posible que otra etnia se hubiese apoderado de los pueblos; o les hubiera instruido en una nueva religión?

¿Cómo habrá ocurrido el cambio? Ignoramos si fue pacíficamente, por pro[c]elitismo religioso o por actos guerreros. Ahora, los más humildes pescadores de la costa del Perú van a utilizar ceramios decorados que hubieran podido salir del templo de Chavín de Huantar. ¿Dónde los compraron?, es otra historia.

Lo que observamos después, es que en el momento indicado por Ters—como punto de salida de una regresión, de una caída del mar, que redujo el nivel del océano a —2 m, a —3.50 m según Fairbridge, desaparecieron los pueblos que utilizaban cerámica y tejidos decorados con motivos Chavín. Eso ocurrió alrededor de 2500 años antes del presente, no solamente en Paracas, sino en todo el Perú.

En cuanto a Paracas, fue cuando se produjo la segunda fase de la transgresión de Abrolhos, quizás un siglo después de la extinción de los Chavín, que aparecieron los grupos conocidos como los Paracas, los cuáles poblaron numerosos puntos del desierto.

Recordaremos, para algunos lectores que no lo supieran, que se sucedieron en el sur medio del Perú, tres sociedades, cada una reconocible a sus rasgos culturales bien específicos: dos, conocidas como Paracas I y Paracas II (las "Cavernas" y las "Necrópolis" del sabio y pionero J.C. Tello), y una, la de los Nazca.

Los Paracas I se instalaron en lugares muy variados, desde 200 km al sur de Lima hasta Morro Quemado, y no solamente en el desierto, desde donde pescaban, sino también en los valles. Uno de sus asentamientos fue el pueblo ubicado en el fondo de la Bahía de Paracas, a la orilla sur, bautizado por Tello "Cabezas Largas". En estos tiempos debía existir la Bahía en condiciones similares a las de hoy, quizá con el agua en +2m según Ters y Fairbridge: estamos alrededor de los 2400 años antes del presente. La comida de esta gente consistía, en gran parte, de vegetales; se puede imaginar que la obtenían por trueque.

Si fueron pescadores los Paracas I, no nos han dejado muchos vestigios de sus actividades marítimas; una fuerte soga, quizás para anclar un bote, es todo lo que hemos encontrado. Las tumbas del período estaban abundantemente provistas con mobiliario funerario, pero no apareció nada de marítimo; salvo, que los dardos con punta de obsidiana hubiesen servido para matar delfines y ballenas. Los huesos de ballenas varadas, servían para implementos pesados, pero no se encuentran en cantidad, como existían durante los tiempos precerámicos, los huesos de lobo marino en los residuos de cocina. Los Paracas I, nos dan la impresión de haber sido guerreros del tipo de los de Nueva Guinea, adictos a los vestidos finos, a las joyas, las armas, y a las cabezas trofeo. Que algunos "profesionales" pescaban, es probable; lo comprueba la existencia del pueblito "Falda", en un lugar sin agua, encima del tablazo, a 25 m de altura, en donde hoy se pescan todavía, lenguados con cordel.

Luego los Paracas II reemplazaron a los Paracas I. Cabezas Largas, otra vez fue escogido como uno de los asentamientos de grupos de pescadores, estando ubicados sus pueblos en los valles, tales como Monte Fértil en la
cuenca del Pisco.

¿Se fundieron los Paracas I con los Paracas II, las "Cavernas" con las "Necrópolis" de Tello?, o fueron destruidos los primeros por los segundos? Las dos culturas fueron bien diferentes; y no duraron, al parecer, más de 2 ó 3 siglos. La estratigrafía arqueológica da a pensar que existió un vacío, un lapso de abandono entre las dos ocupaciones; quizás ocurrió, otra vez, un serio contratiempo?

También se puede preguntar, ¿cómo desaparecieron los Paracas II? De su pueblo no ha sobrevivido casi nada sino algunas estructuras subterráneas, unos vestigios de chozas de quincha y tumbas. Por encima de Cabezas Largas, ahora encontramos un amplio pueblo Nazca, con grandes unidades de vivienda edificados con paredes de piedra. Allí vivieron 1000 o quizás 2000 personas, en 20 unidades de unos 10 hogares cada uno. Uno de los elementos que siempre ha despertado interés de los coleccionistas y de los huaqueros ha sido la presencia, en las casas y col-cas de Cabezas Largas de las muy bellas piezas de textilería conocidas como los "mantos de Paracas". A veces se encuentra un manto envolviendo un cadáver en una tumba, pero normalmente las especies estaban amontonadas en lugares secos. ¿Servían para fiestas, o eran objeto de trueques? o más bien eran tributos pagados a los Señores de Nazca? Otra vez quedan las preguntas sin respuestas.

Alrededor de 2000 ó 1800 años antes del presente, se va a abandonar no solamente Cabezas Largas, sino todos los sitios Nazca del desierto; nunca van a ser reocupados.

Se pueden imaginar varias hipótesis:

— O que ocurrió algo que hizo la vida imposible en la zona.
— O que desapareciendo la sociedad de los Nazca, llegaron otras gentes que perdieron interés por la pesca y se dedicaron exclusivamente a los trueques, al transporte de mercaderías a base de llamas, y a la agricultura, tales como los Huari de Aya-cucho.
— O que habiendo desaparecido el grupo de artesanos que tej ían los famosos mantos de Nazca, ya no tenía sentido económico vivir en Cabezas Largas.

En cuanto a los efectos posibles de un episodio de carácter oceanógrafico, conviene no olvidar que a partir de 2200 años antes del presente, empezó a hundirse el océano,- se produjo la terrible regresión conocida como de Florida, con caída de 5 m en el nivel del mar. Solo este hecho podría haber arruinado la zona, desapareciendo totalmente la Bahía y hundiéndose las filtraciones de agua dulce hasta volverse inaccesibles-Durante la ocupación tardía de Cabezas Largas, observamos que regía una gran pobreza; y centenas de cadáveres se han encontrado envueltos en burdos paños de algodón, sin mobiliario funerario. Estaba, al parecer, en plena decadencia el pueblo cuando lo abandonaron.

El abandono de Cabezas Largas duró casi 1700 años, hasta que los "huaqueros" descubrieron las ruinas y empezaron a saquearlas, encontrando el pueblo tal como lo habían dejado sus habitantes. Después de años de investigaciones, no he encontrado en Cabezas Largas, más que una sola pieza de cerámica condecoración lea-Chincha.

Ha existido un pequeño pueblo cerca al hotel, y un pequeño campamento de pastores lea-Chincha en el "Se-quión", una ensenada de la península, pero absolutamente nada de Huari-Tiahuanaco. Asentamientos de los Huari-Tiahuanaco e Inca, se encuentran en toda el área, pero fuera del desierto, en lugares en donde se podía cultivar a base de las avenidas de los ríos o de las aguas subterráneas practicando la técnica de los mahamaes.

Ahora, llegamos a los tiempos modernos: existe la Bahía de Paracas y las oscilaciones del nivel del océano son débiles —desde que terminó la transgresión Flaudriense que llevó el mar a la altura de hoy. En 1960, pensando saber algo del desierto de Paracas, y terminadas las investigaciones, estuvimos alistándonos para salir y empezar otros estudios; pero la Bahía no quizo dejarnos en paz.

El 22 de mayo de 1960, un movimiento tectónico de gran fuerza azotó la zona de Valdivia en Chile —Según los geólogos, el sismo también produjo un maremoto del cual una onda cruzó por el Pacífico.

A las 2 de la tarde del 22 de mayo, en lugar de bajar la marea, la Bahía se rellenó de manera anormal, subiendo el nivel en 2 m por encima de su tope habitual. En la tarde del mismo día, salió el agua, dejando gran parte de la Bahía en seco, bajando el nivel unos 3 m de lo normal. Fue en estas horas que todas las aves abandonaron la zona, dejándola totalmente silenciosa. A las 6 de la mañana siguiente, había regresado el agua, llegando a 2.60 m por encima de su tope habitual; es decir, que alcanzaba las ventanas de nuestra casa. Pronto, el flujo se llevó nuestro mobiliario, nuestro velero chocaba contra las ventanas, y se perdió el muelle de fierro.

Durante los siguientes días y hasta el 26 de mayo, hubo una oscilación cada 12 horas; aquellas disminuyeron paulatinamente hasta que retornó a lo normal el sistema de mareas. Durante los intervalos entre los movimientos que ocurrían de 12 en 12 horas, se producían varias oscilaciones adicionales de menor intensidad, pero varias veces alcanzaron subidas de hasta 2 m, moviéndose con más y más rapidez las entradas y salidas de agua. De hecho se trataba de veloces movimientos de una corriente, pero no de olas —Las masas de agua chocaban contra la terraza que cierra la Bahía al este y como no podía entrar más, se tiraba contra la península de Cabezas Largas que existe enja ribera sur. Fue a lo largo de la ribera sur que se notaron los movimientos más fuertes; en la lagunilla conocida como el Sequión, el nivel normal sobrepasó en 4 m. Así fue modificado el perfil de la Bahía frente a las ruinas de Cabezas Largas; las aguas cortaron las dunas y se acercaron hasta el pie de las casas Nazca. Después, el mar se retiró pero se quedó como a 450 m más al sur de la playa anterior, covando la arena. En la ribera sur-este, donde no existe la terraza este, el agua penetró como 1 km formando una nueva lagunilla, pasando al pie del Cerro Colorado. En el Sequión, solamente faltaron 2 a 3 m de subida adicional para unir al Sequión y la Bahía de Lagunillas, al sur de la península.

Un oceanógrafo seguramente sería capaz de explicarnos el porqué una serie de 6 mareas anormales se produjeron según un eje tan derecho y estrictamente delimitado, como el eje oeste-este que conforma la Bahía de Paracas. En el puerto vecino de Pisco, la marea no pasa —y no pasó— de 0.80 m. Al sur de la Bahía de Paracas existe la Laguna de Otuma, que se encuentra en partes debajo del nivel del océano, no fue ¡ndundada al no haberse roto el cordón litoral bajo que los proteje.

El pueblo de San Andrés, donde la playa está casi al nivel de las calles, fue inundado.

La historia del maremoto de 1960 indica que los que investigan aspectos del pasado prehistórico, no solamente deben examinar el ambiente tal como se presente hoy, sino tratar de formarse una visión de como estaba en los tiempos antiguos bajo estudio. Pocos son los que se dan cuenta de que hace 10,000 años, la orilla del océano podía encontrarse a 3 km más al oeste; es decir, mar adentro. ¿Quizás hubo en tiempos antiguos otro maremoto más fuerte que destruyó el asentamiento Nazca de Paracas? ¿O, un maremoto de fuerza igual al de 1960 que rellenó los pozos con agua salada?

Sería verdaderamente extraño que una onda hubiese penetrado 2 veces, en una garganta tan estrecha, sin tocar a los lados.

Pero, todo puede ocurrir en el Perú, en esa costa desértica tan alentadora para los estudiosos, y tan bella!

Fig. 1 El maremoto de Paracas, el agua entrando en las casas del balneario.

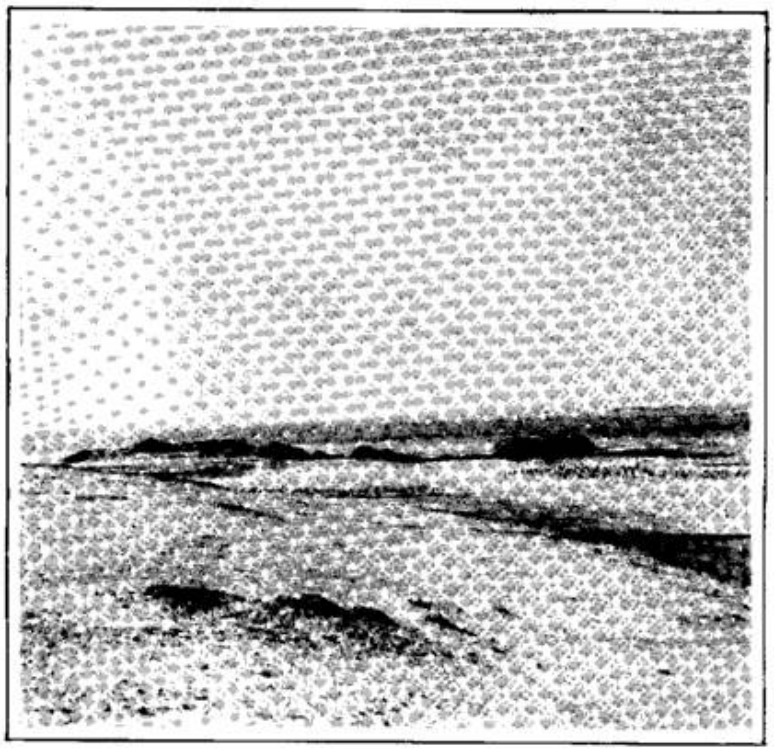


Fig. 2 El mar acercándose a las casas de los Nazca.

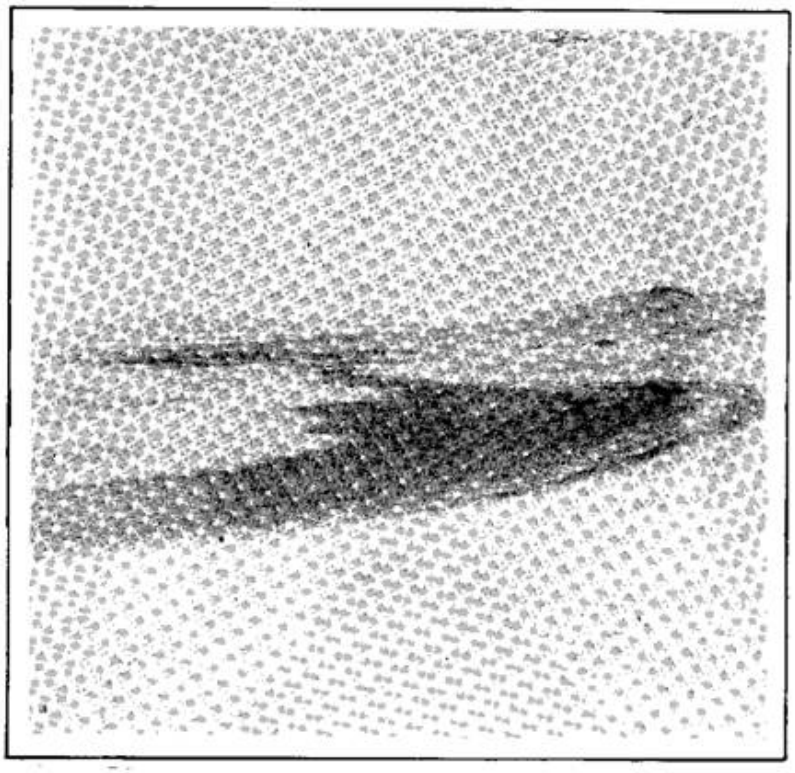


Fig. 3 El mar a 1 km tierra adentro, al pie del Cerro Colorado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. DOLLFUS, M.O. 1960. **Note sur une crise climatique** recen**te dans le desert peruvien a partir de l'analyse d'ossements humains au.** C.14. Bulletin de L'Association de Geographs Francais. **pp.** 187-192.
2. ENGEL, Frederic. 1966 b) **Paracas, Cien Siglos de** Cultura **Peruana.** Buenos Aires. Editorial Graficolor.
3. ENGEL, Frederic. 1980 c) **Prehistoric Andean Ecology. Tomo I: Paloma, Village 613.** Atlantic Highlands, New Jersey. Ed. Humanities Press.
4. ENGEL, Frederic. 1981 a) **Prehistoric Andean Ecology. Tomo II: The Deep South.** Atlantic Highlands, New Jersey. Ed. Humanities Press.
5. ENGEL, Frederic. 1983 d) **La Playa Fósil de Las Salinas en la Costa Norte del Perú.** Revista "Boletín de Lima" No. 29, pp. 25-30. Lima.
6. FAIRBRIDGE, Rhodes W. 1958. **Eirstatic Changes in Sea Level.** Physics and Chemistry of The Earth. Volume 4, pp. 99-185. New York. Nota: Compare también las Curvas de Ters, 1972; Morner, 1969 y Fairbridge, 1958.
7. GRIEDER, Terence y BUENO, Alberto. 1981. **La Galgada: Perú before pottery.** Archaeology, March-April. USA.
8. TRIMBORN, Hermann. 1973. **Radiocarbono Journal,** Vol. 15, No. 1, pp. 38.

Evaluación del Potencial Hídrico en Lomas Costeras del Perú (Lomas de Lachay-Iguanil)

Jorge L. Ordoñez[1], Jorge Fautino M[2]

RESUMEN

La presente investigación tiene por objeto evaluar y analizar los diferentes factores del medio físico en ecosistemas denominados "Lomas" (Lachay e Iguanil); de tal modo que nos permita identificar las zonas de mayor o menor potencial hídrico.

El área de estudio corresponde a las Lomas de Lachay-Iguanil, con una superficie de 18,000 Ha aproximadamente, localizadas a 105 km al Norte de Lima en la Provincia de Chancay, Departamento de Lima.

El traba/o se ha realizado en etapas de campo y gabinete, utilizando información cartográfica, consistente en 110 fotografías aéreas en infrarrojo falso color de escala aproximada 1/12,000, fotoíndice a escala 1/50,000, carta nacional en la escala 1/100,000, mapas ecológicos y de recursos naturales a escala 1 /5'000,000.

La evaluación de los recursos físicos se ha realizado mediante las técnicas fotointerpretativas, utilizándose en este caso los métodos de análisis fisiográfico y el de elementos.

De los resultados obtenidos podemos indicar de que existe una estrecha relación entre los diferentes factores del medio físico y los distintos niveles altitud i na les, todos ellos influenciados directamente por los factores climáticos de la zona de estudio.

Para los años 1976-1979 en Iguanil la humedad de los suelos varió desde 1.32 hasta 5.38 mm entre los 300-500 msnm; en Lachay varió desde 0.61 a 2.22 mm para los 300-600 msnm, para los años 1976, 1977, 1978 y 1979.

SUMMARY

The present research treats about utilization of information ob-tained through remote perception systems; on the evaluation of moisture potential that takes place in ecosystems called "hillocks" on the Peruvian Coast.

The área of study corresponds to Lachay-Iguanil hillocks with an área of approximaíely 18,000 Ha, which are located 105 km to the north of Lima in the province of Chancay, Department of Lima.

The work has been perfomed by field and sittingroom stages, utilizing equipment and materials such as; cartographic information consistent of 110 aerial photographies in false infrared color of aproxímate scala of 1/100,000, ecologics maps and natural resour-ces to 1/5'000,000 scala.

Evaluation of phisícal resources, has been realized utilizing photo interpretation technics, through physiographic analysis me-, thod in such a way that, it has been defined áreas of similar charac-teristics, called landscopes; the over a physiographic map mi ñor units are delimited called sub-landscopes characterized by their contení of superficial moisture, which is in relation with altitude.

For years 1976-1979 in Iguanil, moisture of soils varied from 1.32 to 5.38 mm beíween 300-500 msnm, in Lachay varied from 0.61 ío 2.22 mm for 300-600 msnm, during years 1976, 1977, 1978 and 1979.

REVISION DE LITERATURA

La percepción remota en la evaluación de los recursos naturales.

La información que proporcionan los distintos sensores remotos con fines de evaluación de los recursos naturales tienen la ventaja de que ellas cubren una vasta extensión, permitiendo así, realizar estudios rápidos y precisos.

Entre los distintos productos fotográficos, las películas infrarrojos han despertado mucho interés entre los fotointérpretes, porque es un tipo de película que permite "ver" más allá de lo que el ojo

humano está en capacidad de hacerlo; es decir, en el rango no visible del espectro electro-magnético (Longitudes de ondas mayores a 6.5 micrones).

Posteriormente con el avance tecnológico, el hombre ideó los llamados satélites artificiales; que orbitan la Tierra a gran altura (800 km) y pueden registrar imágenes de muy buena resolución.

Las técnicas de la percepción remota permiten señalar, localizar, describir o estudiar en forma general o al detalle,- según sea el caso, los diferentes elementos del medio físico, para posteriormente evaluarlos cualitativa y cuantitativamente.

Características del medio ambiente. Lomas de Lachay e Iguanil

Ubicación

Las Lomas de Lachay e Iguanil se ubican en una zona de intercuenca entre los ríos Chancay y Huaura. Entre las coordenadas geográficas de 11°20'-11°25' Latitud Sur y 77°10' - 77°25' Longitud Oeste, correspondiente a la provincia de Huaral en el Departamento de Lima. Mapa No. 1.

Clima

Según W. Thormthwaite L. Holdridge, la zona de estudios corresponde a un tipo climático muy seco y semicálido; con zonas de vida del matorral desértico montano bajo subtropical y el desértico desecado subtropical

INTRODUCCION

En la Costa Peruana existen alrededor de 800,000 Ha, del tipo de ecosistema similar a la Reserva Nacional de Lachay, que se ubican entre los 200-800 msnm y que se caracterizan por presentar una cobertura vegetal natural, producto de las precipitaciones esporádicas y de la humedad de neblinas provenientes del litoral peruano en la época de invierno.

Dichos recursos es posible evaluarlos mediante técnicas modernas, en un lapso de tiempo relativamente corto y con un índice de precisión aceptable.

La Universidad Nacional Agraria a través del Centro de Investigaciones de Zonas Aridas (CIZA) y del Departamento de Recursos de Agua y Tierra (DRAT), han iniciado trabajos de investigación en ecosistemas denominados Lomas, utilizando técnicas de percepción remota, conducente a lograr el siguiente objetivo.

OBJETIVO

Evaluar y analizar los diferentes factores del medio físico en las Lomas de Lachay e Iguanil que nos permita identificar las zonas de mayor o menor potencial hídrico.

Información Meteorológica

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, con su estación en las Lomas de Lachay, proporcionó la siguiente información. Cuadro No. 1, Figura No. 1.

La máxima evaporación se presenta en el mes de marzo, con registros de 10.8 mm.

Las precipitaciones son máximas en los meses de agosto y setiembre con registros de 31.3 mm y mínimas en el mes de febrero con 1.13 mm.

La temperatura máxima corresponde al mes de marzo con 21.6°C y la mínima al mes de agosto con 13.3°C.

Hans Rossi con el apoyo del Ministerio de Agricultura, registró datos de precipitación en las Lomas de Lachay por un periodo de 34 años (1931 -1965), colocando pluviómetros bajo copa de eucaliptos y a la intemperie. Cuadro No. 2.

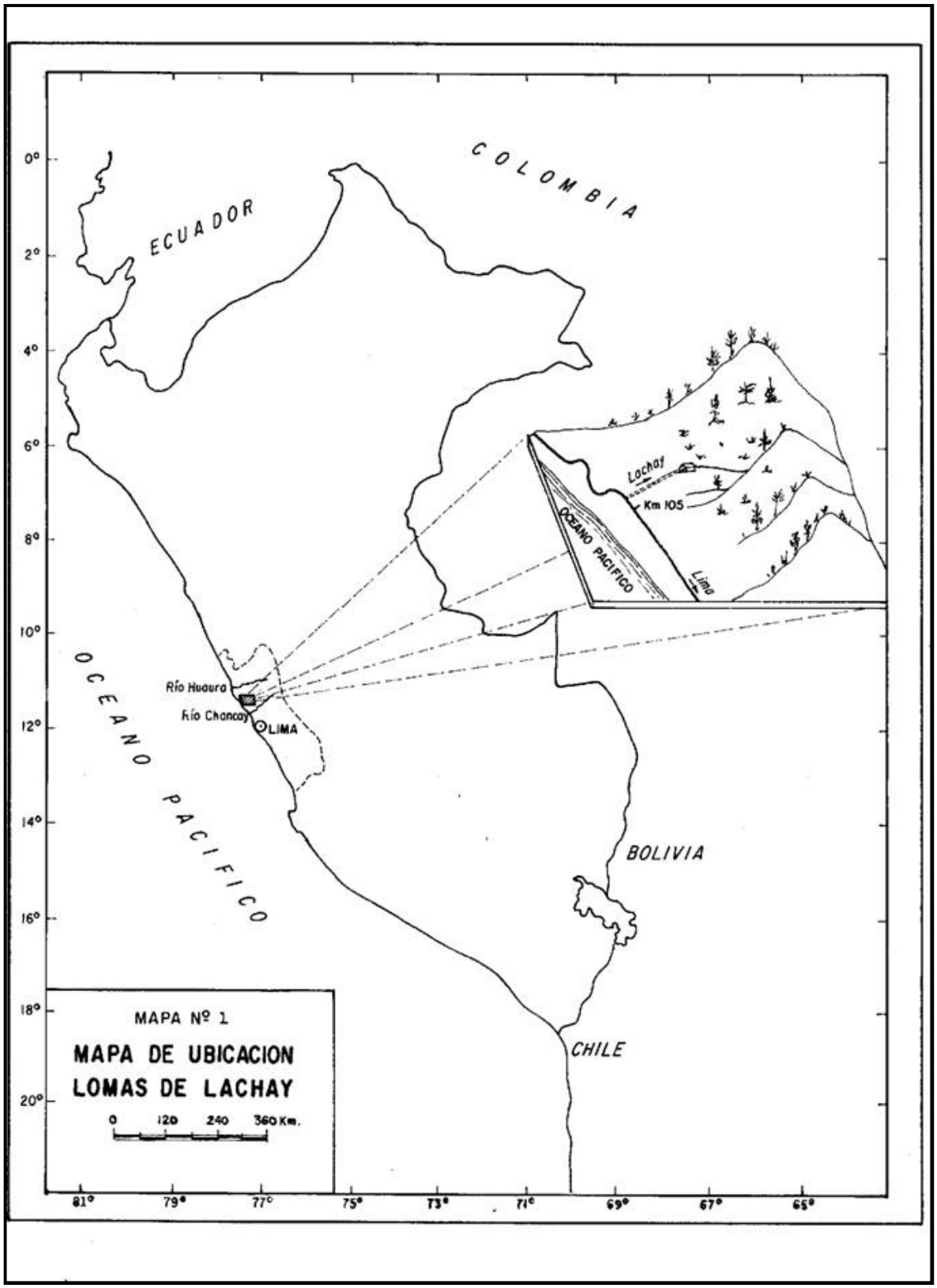
Distribución de Neblinas en Lomas Costeras del Perú

Ellemberg estableció una relación entre la distribución de las neblinas en Lomas, la vegetación natural y los diferentes niveles altitud ¡nales. Fig. No. 2.

La captación de neblinas en Lomas se efectúa por medio de:

— La vegetación arbustiva y arbórea.

— Las rocas a barlovento y
— Las laderas de las Lomas.



CUADRO No. 1 : REGISTROS METEOROLOGICOS MEDIOS MENSUALES

ESTACION : Lomas de Lachay — Lat. 11°21' — Dpto. Lima

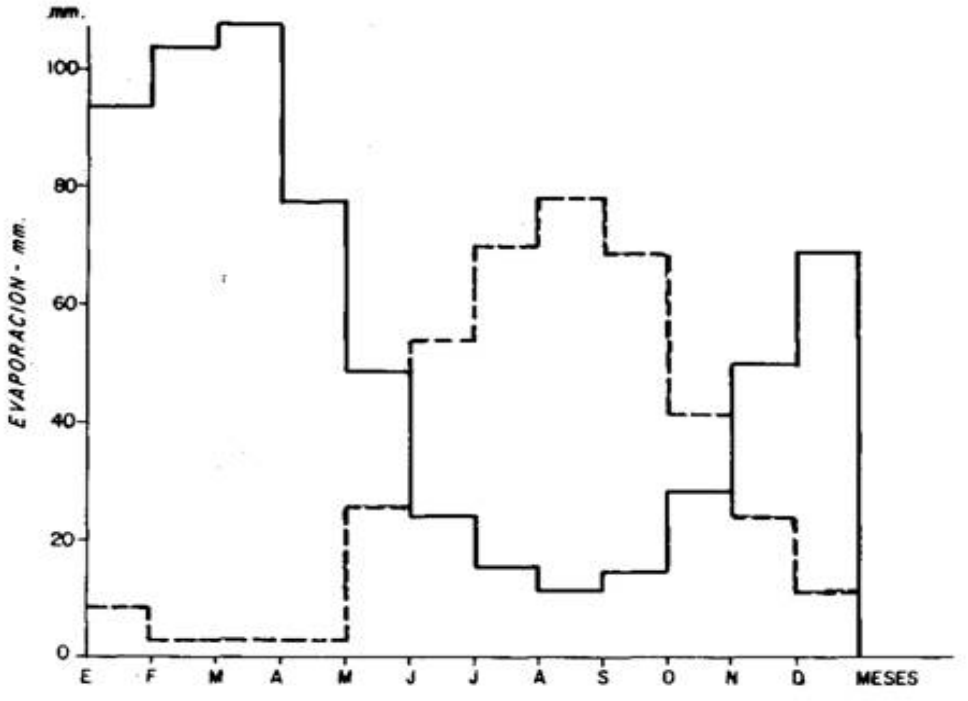
Periodo : 1930 - 1975 — Long. 77°22' — Prov. Chancay

A.N. 300 msnm — Dist. Chancay

Factores climáticos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Humedad relativa o/o	84.2	82.2	82.8	85.1	90.0	92.4	93.2	95.2	94.3	93.2	90.6	88.0
Precipitación (mm)	3.48	1.13	1.30	1.36	10.32	21.54	27.91	31.26	27.55	16.60	9.57	4.32
Evaporación (mm)	93.76	103.8	107.95	77.8	48.97	24.34	15.41	11.86	11.98	28.72	50.69	69.21
Horas del sol (hrs.)	207.7	236.6	217.7	224.5	136.6	57.2	37.9	36.0	47.4	82.8	119.0	167.2
Nubosidad (octavos)	5.6	5.0	4.7	4.7	6.0	7.0	7.5	7.5	6.8	7.1	6.8	6.9
Viento aprox. m/seg.	5.4	4.25	3.75	4.15	3.87	4.25	3.49	3.78	4.35	4.35	4.79	4.49
Temperatura °C	20.61	21.75	21.57	19.92	17.0	14.72	13.70	13.34	13.83	14.93	16.35	18.37

Fig. Nº 1 – EVAPORACION MEDIA MENSUAL EN LAS LOMAS DE LACHAY (1930-1975) ——————

PRECIPITACION MEDIA MENSUAL (1930-1975) — — — —



Geología (Litología)

De acuerdo a trabajos realizados por el Ministerio de Fomento y Obras Públicas y el Ministerio de Ultramar de Gran Bretaña en el año 1966-1967, se encontraron los siguientes materiales:
Formación Casma. Constituida por rocas volcánicas con sedimentos intercalados y que se encuentran al oeste del batolito andino, en la faja costera.

a) *Depósitos Eólicos.* Está presente en toda la faja costera, constituyendo depósitos eólicos acumulados en rocas in-situ.

b) *Depósitos Aluviales.* Formados por: Grava gruesa y fina, elementos redondeados y asociados con capa de arena limosa y arcillosa.

c) *Depósitos Aluviales de Quebrada.* Las quebradas están rellenas de un material grueso y angular menos clasificado y con mayor proporción de material intemperizado.

d) *Rocas Intrusivas.* Constituido por el batolito con diferentes tipos de rocas intrusivas, compuesto por gabro y granizo potásico.

Gabro. Se encuentra formando colinas cónicas en cuyas faldas se encuentran cantos de regular tamaño y proporciones, de color verde y gris oscuro y compuesto de plagioclasa básica, hornablenda y piroxenos.

Adamelitas. Formaciones posteriores a las tonalitas y gabro, contienen artosa y plagioclasa aparte de cuarzo, en mayor proporción.

Tonalita. Roca leucócrata de grano medio con grandes cristales de horna-blenda prismático y hojuela de biotita. Tanto la hornablenda como la biotita tienden a ser del mismo tamaño.

Vegetación

La cobertura vegetal en las Lomas de Lachay e Iguanil está constituida básicamente por:

a) *Arboles.* Como la tara, palillo, mito, huarango. Estos árboles tienen gran capacidad de captación de neblinas. Esta vegetación se desarrolla entre los 300-500 msnm.
b) Vegetación que protege una mayor superficie que la arbórea y se encuentra entre los 400-500 msnm.

c) *Hierbas.* Tiene un mayor desarrollo en los ejes de quebrada, predominando en la época de neblinas, junio-octubre y se presentan entre los 400-600 msnm.

d) *Musgos y Liqúenes.* Vegetación que se desarrolla en lugares muy húmedos, especialmente en las superficies frías de las rocas, además, como vegetación epífita se encuentra sobre los árboles.

Ecología

De acuerdo a estudios realizados por Holdridge, se pueden describir las siguientes zonas de vida. Cuadro No. 3. Mapa No. 2.

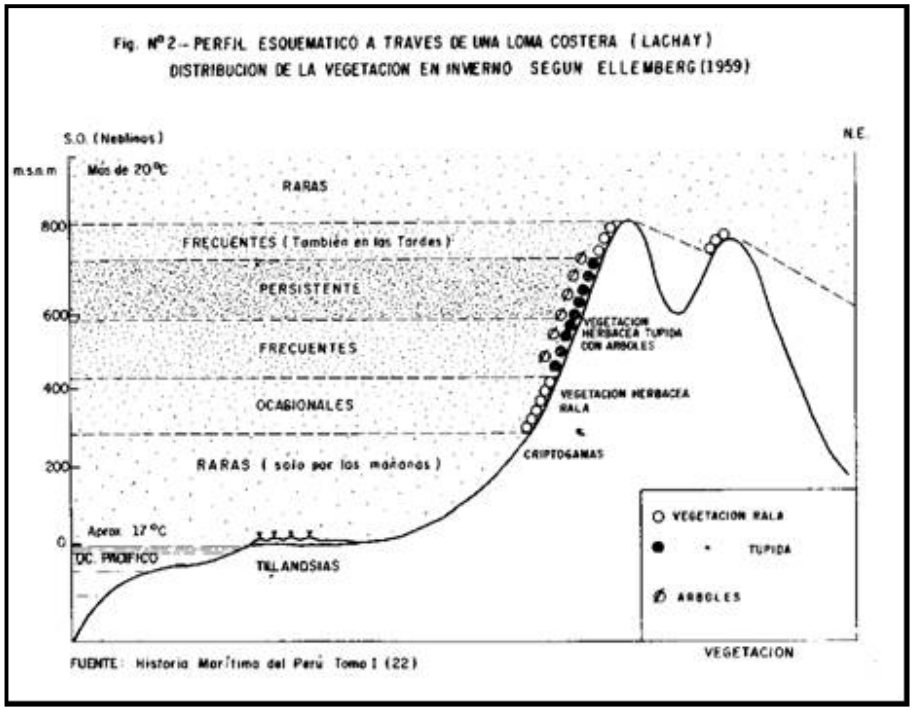
MATERIALES Y EQUIPOS Materiales cartográficos Se emplearon los siguientes materiales:

105 fotografías aéreas, infrarrojo falso color escala aproximada de 1/12,000 de octubre de 1977, formato 23 x 23 cm.
Imagen de satélite Landsat en composición a color, bandas 4, 5, 7. Escala 1/250,000, registrada en febrero de 1973.
Foto-índice correspondiente a la zona de Lachay e Iguanil, escala 1/50,000 año 1977. Fotografía aérea pancromática ampliada (factor 4). Año 1976. Escala 1/10,000.
— Carta Nacional, escala 1/100,000. Hoja Huaral 23-i, año 1973.
— Mapa geológico del cuadrángulo de Barranca-Huacho-Huaral. Escala 1/ 200,000.
— Materiales de dibujo.
— Mapa ecológico del Perú, según D. Holdridge (1976). Escala 1/2'000, 000

CUADRO No. 2 PRECIPITACION REGISTRADA BAJO COPA DE EUCALYPTUS Y A LA INTEMPERIE EN LOMAS DE LACHAY

Años	Pluviómetro en la intemperie (mm)	Pluviómetro bajo copa de eucaliptus o casuarinas(mm)
1931	187	
32	178	
33	158	
34	252	
35	245	
36	284	
37	225	
38	222	
39	245	
1940	258	
41	258	979
42	309	951
43	239	752
44	110	752
45	157	253
46	195	361
47	184	495
48	253	818
49	195	682
1950	212	375
51	226	265
52	194	449
53	208	335
54	196	549
55	192	312
56	149	310
57	190	350
58	118	410
59	100	323
1960	105	302
61	100	300
62	115	475
63	120	821
64	83	455
65	130	666

Fuente: Ing. Hans Rossi. UNA (1965).



Equipo de fotointerpretación y de trabajo de campo

Estereoscopio de espejos WILD, estereoscopio de bolsillo, sketchmaster Zeiss, mesa de luz, lupa.

Psicrómetro (bulbo seco y bulbo húmedo), anemómetro, brújula, altímetro, planímetro, equipo necesario para determinar el contenido de humedad de los suelos (balanza, muestreadores, estufa).

METODOLOGIA

Para el estudio de los diferentes factores del medio físico se han utilizado técnicas convencionales y modernas. En el análisis fisiográfico se hicieron uso de las Técnicas de la Percepción Remota y materiales cartográficos afines.

Fue necesario además efectuar un trabajo de campo que permitiera realizar los ajustes de la fotointerpretación, en áreas representativas de las Lomas de Lachay e Iguanil. En dichas áreas se tomaron además, muestras de suelo para la determinación de su contenido de humedad y granulometría.

Delimitación del área de estudio

Se necesitó de una Carta Nacional a la escala 1/100,000: correspondiente a la hoja 23-C Huaral y como material complementario una imagen de satélite Landsat perteneciente a febrero de 1977.

La zona de estudio está comprendida entre 11°21' - 11°25', Latitud Sur y 77°10' - 77°25' Longitud Oeste. Geográficamente está constituida por las Quebradas de Yerba Buena, Carbone, Luchihuasi y Río Seco. En el mapa general No. 3 observamos la delimitación del área de estudio.

Parámetros geomorfológicos

La determinación gráfica y matemática de los parámetros geomorfológicos, se realizó en base a la Carta Nacional en la escala 1/100,000.

La obtención de estos parámetros permitió interrelacionar ciertas expresiones matemáticas en geomorfología con el comportamiento del relieve terrestre.

Entre los principales parámetros geomorfológicos podemos mencionar:

a. La relación entre la superficie terrestre y los niveles altitudinales.

b. Pendiente media.

c. Elaboración de perfiles longitudinales y transversales.

d. Determinación de la exposición geográfica.

Delimitación de unidades fisiográficas

La identificación, interpretación y delimitación de las diferentes formas de tierra se desarrolló en base al método fisiográfico:

Se utilizaron para este fin fotografías áreas infrarrojo falso color en la escala 1/12,000, imagen de satélite Landsat en color compuesto en la escala 1/250,000.

El procedimiento para la interpretación fisiográfica fue el siguiente:

a. Delimitación e identificación del área de estudio en la imagen de satélite.

b. Delimitación e identificación de provincias fisiográficas en la imagen de satélite.

c. Elaboración de un mapa base con fotografías aéreas en la escala 1/ 12,000.

d. Delimitación de unidades fisiográficas a nivel de paisajes utilizando fotografías aéreas.

e. Comprobación de campo de la foto-interpretación realizada. En esta etapa se recopilaron información de la topografía, orientación de los demás aspectos geológicos.

j. Ajuste de la fotointerpretación y elaboración de un mapa con su res-respectiva leyenda fisiográfica.

Delimitación de la cobertura vegetal

Para la identificación y delimitación de la cobertura vegetal fue necesario realizar un análisis de las características pictóricas morfológicas de las toto-grafías aéreas —infrarrojo falso color, (textura, tono, tamaño, forma, situación geográfica).

El chequeo de campo se realizó en los meses de febrero, agosto y octubre de 1980, en áreas representativas, que previamente fueron seleccionadas en base a su accesibilidad, representatividad geográfica y de la información de campo recopilada por el CIZA.

El primer transecto fue en las Lomas de Lachay Fig. No. 3 con un área de influencia de 560 Ha y el segundo transecto en las Lomas de Iguanil Fig. No. 4 con un área de influencia de 140 Ha.

RESULTADOS Y DISCUSION Parámetros geomorfológicos

a) **Re/ación entre la superficie terrestres y los Niveles Altitudinales**

En el Cuadro No. 4 se indican los diversos niveles altitudinales y el área correspondiente entre ellos, para una superficie total de 18,764 Ha.

b) **Pendiente Media**

Para una superficie de 5,181 Ha en las Lomas de Lachay, de 5,060 Ha en las Lomas de Iguanil, las pendientes medias son como se indican en el Cuadro No. 5. La pendiente mínima es de 7 o/o y la máxima 40 o/o.

c) **Secciones transversales.** Figs. Nos. 5 y 6.

Contenido de humedad superficial y granulometría de suelos en Lomas de Lachay - Iguanil

En las áreas seleccionadas para el chequeo de la fotointerpretación, se construyeron tres calicatas por cada nivel altitudinal (300, 400, 500, 600 msnm) de las que se obtuvieron sus respectivas muestras de suelo.

El método utilizado en la determinación del contenido de humedad fue el gravimétrico.

Se utilizó la siguiente expresión:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100$$

Peso de agua = (Peso de muestra húmeda - caja) — (Peso de muestra seca-caja).

Peso de muestra seca = (Peso de muestra seca - caja) — (Peso de caja).

La determinación del tamaño de las partículas de los suelos se efectuó mediante una serie de tamices y de acuerdo al sistema de clasificación propuesto por el MIT (Massachusetts Institute of Technology); además fue necesario realizar el análisis granulométrico para los diferentes niveles altitudinales en estudio.

Unidades fisiográficas

En la zona de estudio se identificaron dos provincias fisiográficas, una correspondiente a la Costa Central del Perú donde predomina un clima árido y que se caracteriza por constituir una planicie eólica que ha cubierto en algunos casos quebradas aluviales y pie-demontes coluvio-aluviales.

La segunda provincia fisiográfica es la Cordillera Occidental de los Andes con un clima semiárido, constituido básicamente por laderas y colinas de la vertiente occidental. En ella se encuentra la vegetación natural de Lomas. Cuadro No. 6.

Cobertura vegetal

La cobertura vegetal en las Lomas de Lachay es de 1,028 Ha de pastos naturales, plantas herbáceas y arbustos. La vegetación arbórea reforestada es de 35 Ha aproximadamente. La vegetación natural arbórea se encuentra principalmente en los ejes de quebradas. Mapa No. 4.

En las Lomas de Iguanil la cobertu ra vegetal de pastos, plantas herbáceas y subarbustivas es de 1,289.8 Ha, la vegetación arbórea natural se da en los ejes de quebradas. Cuadro No. 7.

Suelos

Humedad Superficial

El contenido de humedad de los suelos en lámina de agua (mm) para las lomas de Lachay e Iguanil se indican en

el Cuadro No. 8.

En las Lomas de Lachay e Iguanil el contenido de humedad de los suelos tiene relación directa con los niveles altitudinales y las estaciones del año.

Para Lachay los máximos valores de humedad se registraron en los meses de setiembre-octubre con valores promedios de 1.5 - 3.3 mm de lámina de agua; y altitudinalmente los máximos registros corresponden a los 600 msnm con valores promedios de 2.09 mm.

Para las Lomas de Iguanil los máximos registros se dan en el mes de octubre con valores promedios de 5.36 mm y altitudinalmente en los 500 msnm con registros promedios de 3.82 mm de lámina de agua.

CUADRO No. 4 RELACION ENTRE SUPERFICIE-ALTITUD

Altitud msnm	Area Ha	o/o
Menor de 200	4937	26.29
200 - 400	8701	46.33
400 - 600	3347	17.82
600 - 800	1265	6.76
800 - 1000	514	2.74
TOTAL	18,764	

Fuente: Carta Nacional I.G.N. 1/100,000 Año 1973.

Granulometría

Los resultados de Granulometría se muestran en el Cuadro No. 9 correspondientes a las Lomas de Lachay e Iguanil, donde se ha tomado en consideración el No. 4 de la malla de los tamices y los distintos niveles altitud ¡nales.

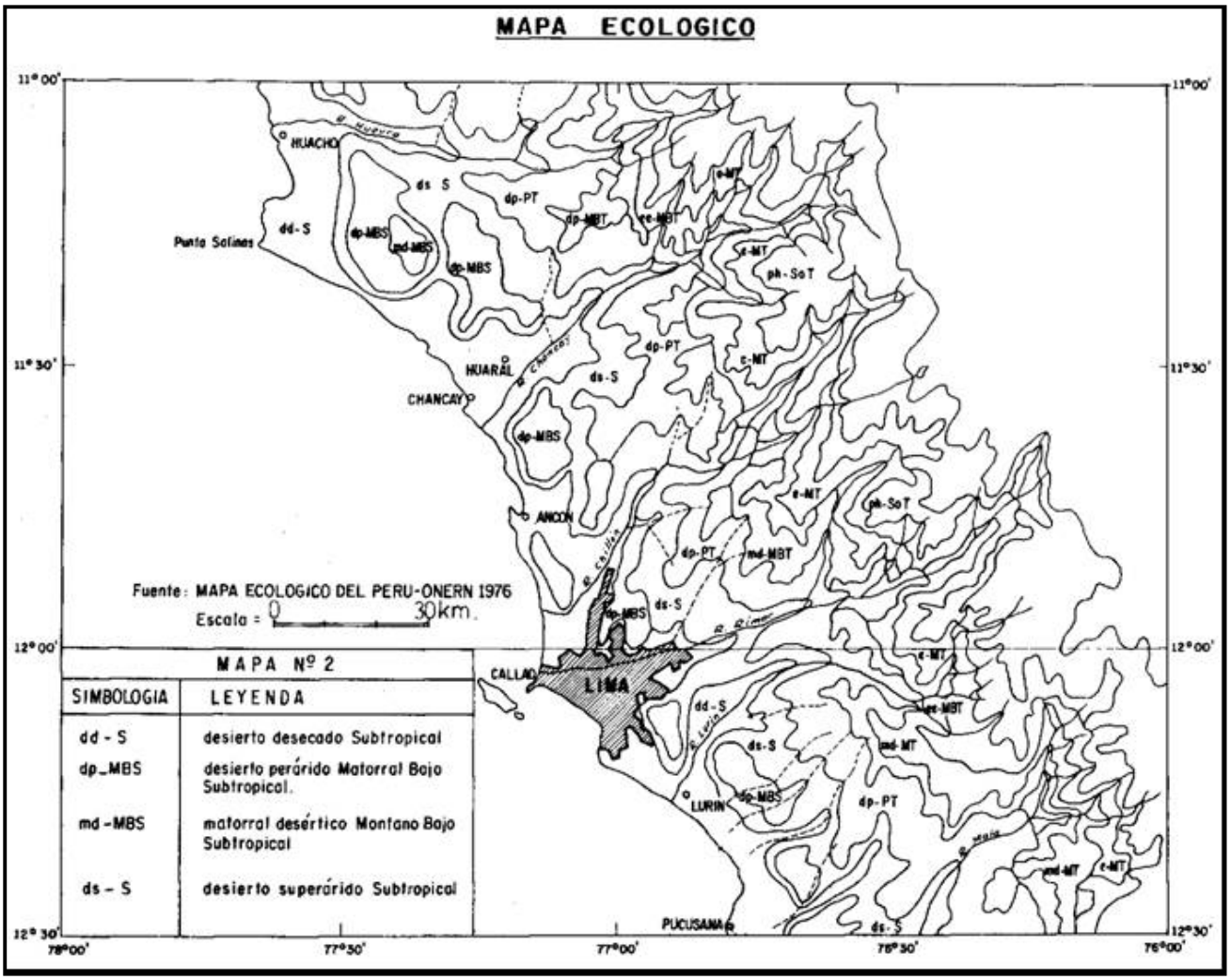
Las curvas granulométricas Figs. Nos. 7 y 8 de las Lomas de Lachay e Iguanil muestran una relación entre el tamaño de partícula y los diferentes niveles altitud ¡nales. Predominando las partículas más pequeñas (arena fina, limo, arcilla) en los niveles más bajos y arena media, gruesa y grava fina en los niveles más altos.

CUADRO No. 3 ZONAS DE VIDA EN LA COSTA CENTRAL DEL PERU

Parámetros \ Zona de vida	Desierto desecado Subtropical (dd-S)	Desierto perárido Montano Bajo Subtropical (dp-MBS)	Matorral desértico Montano Bajo Subtropical (md-MBS)
CLIMA BIOTEMPERATURA – Máxima anual – Mínima anual PRECIPITACION – Máxima anual – Mínima anual EVAPORACION	22.2°C 17.9°C 44.0 mm 2.2 mm Igual a 32-64 veces la precipitación.	16.4°C 10.6°C 102.2 mm 63.5 mm	13.5°C 11.0°C 222.2 mm 120.4 mm
RELIEVE Y SUELO	Relieve plano a ligeramente ondulado. Suelos de textura variable, con incipiente horizonte A; menos del 1 o/o de materia orgánica. Grupos edafogénicos, yermosos solanchoks, fluviosoles, regosoles.	La topografía es dominantemente accidentada, con pendientes que sobrepasan el 70 o/o. Suelos superficiales litosólicos.	El relieve topográfico es accidentado y abrupto. Suelos superficiales de naturaleza litosólica. Donde el suelo es más profundo y arenoso aparecen los Regosoles.
	Vegetación no existe. El uso potencial de las tierras se ubica generalmente en los valles costeros que disponen de riego permanente, desarrollándose una agricultura amplia.	La vegetación es escasa y se circunscribe a hierbas anuales de vida efímera, dominando las gramíneas, arbustos y cactáceas. Donde se dispone de riego, prosperan ciertos cultivos.	Vegetación epífita (tillandsia). Vegetación de Lomas. Se practica en algunos casos una agricultura de subsistencia.

Fuente: Memoria del Mapa Ecológico del Perú. 1976.

MAPA ECOLOGICO



CONCLUSIONES

1. Las zonas de mayor potencial hídrico se ubican en las colinas bajas y laderas de montaña de la cordillera occidental de los Andes, que se encuentra constituido básicamente por rocas ígneas intrusivas (adamelitas, tonalitas y gabro).

2. La presencia de una cobertura vegetal natural, constituido por plantas herbáceas, pastos, arbustos y pequeños árboles. Favorece a la captación de neblinas provenientes del litoral peruano, por lo tanto a un mayor contenido de humedad superficial de sus suelos. La cobertura vegetal natural es de 1690 Ha en Lachay y de 1289 Ha en Iguanil.

3. El relieve y la pendiente son factores importantes en el desarrollo de Lomas costeras. Así tenemos que pendientes mayores al 30 o/o y orientados frente a la dirección de los vientos, favorecen a una mayor captación de neblinas. Altitudinalmente se puede considerar como zonas de mayor potencial hídrico a los niveles 400 - 600 msnm en las Lomas de Lachay y a los 300 - 500 msnm en las Lomas de Iguanil.

   Suelos con alto contenido de arena fina, limo, arcilla y materia orgánica, permite una mayor retención de la humedad superficial de los suelos y por ende en el desarrollo de la cobertura vegetal.

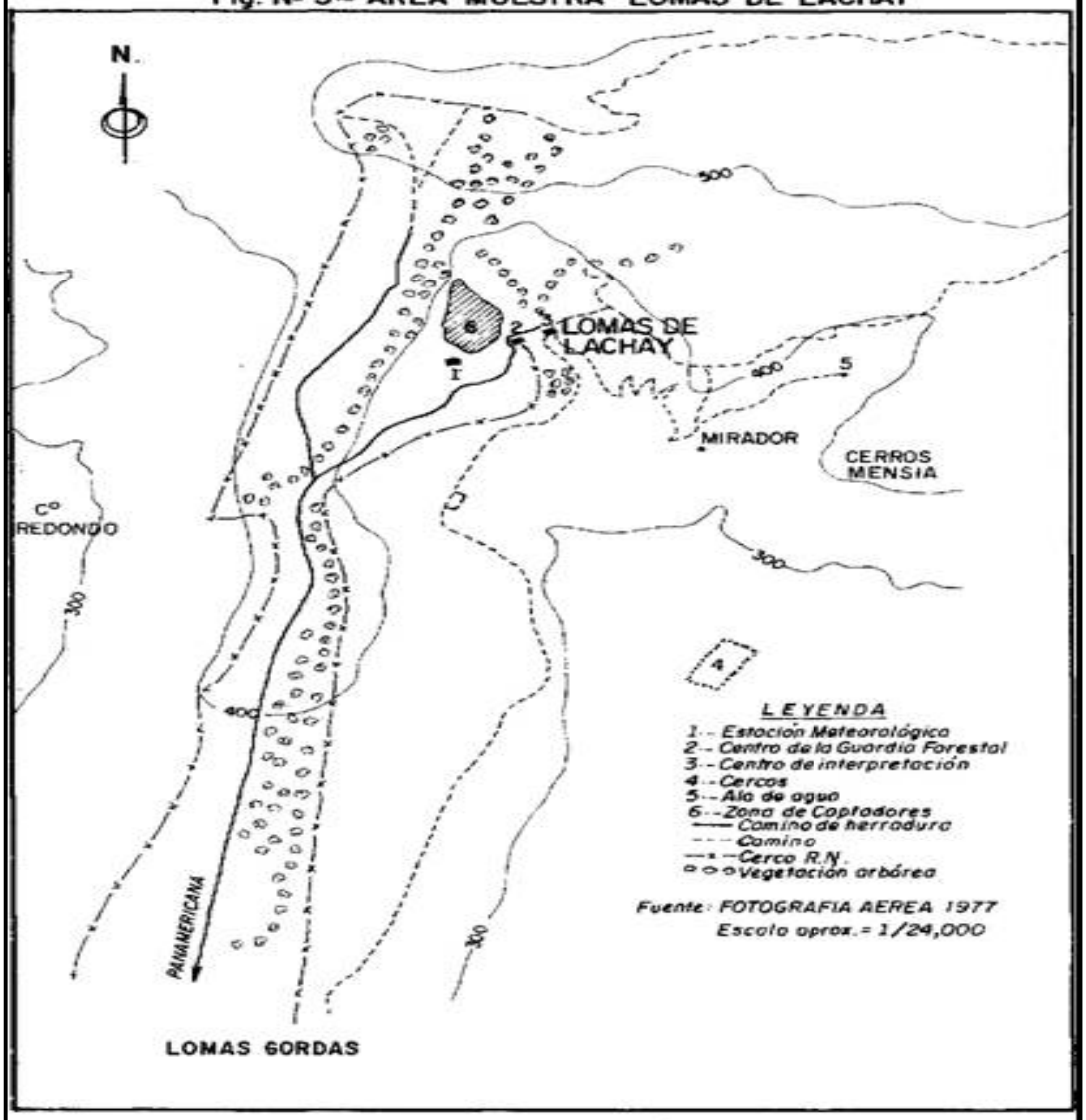
   En Lachay en los niveles 400 y 600 msnm el 60 o/o de las partículas de los suelos está contituido por arena fina, limo y arcilla. Cabe mencionar que en el nivel 300 msnm el 80 o/o corresponde a materiales de tamaño menores a 0.25 mm de diámetro. En cambio en Iguanil en los niveles 500 - 600 msnm el 60 o/o de las partículas está constituido por arena (gruesa, media y fina) más limo y arcilla.

5. El factor fundamental en el desarrollo de Lomas son las neblinas adventicias que provienen del litoral y su posterior captación por obstáculos naturales. A las Lomas de Lachay se anteponen hacia el oeste una planicie eólica árida sin cobertura vegetal, que contribuye a la pérdida de neblinas provenientes del litoral peruano.

   En Iguanil, la cobertura vegetal cultivada que existe en la planicie aluvial eólica, retiene el ascenso inmediato de la masa húmeda.

6. De acuerdo al contenido de humedad de los suelos podemos indicar: que existe una alta concentración de humedad en los ejes de quebradas en la época de invierno (junio-octubre).
   De igual modo para el periodo (1976-1979), en laderas, el contení do de humedad superficial es mínima en los 300 msnm, con valores de 0.56 mm y máxima en los 600 msnm con 2.09 mm de lámina de agua.
   En las Lomas de Iguanil la humedad es mínima en los 300 msnm con una lámina de agua de 1.32 mm y máxima en los 500 msnm con valores promedios de 3.82 mm. Suelos que se encuentran por debajo de los 200 msnm se han considerado como secas en forma permanente.

Fig. Nº 3.- AREA MUESTRA - LOMAS DE LACHAY



CUADRO 5 PENDIENTE MEDIA, LOMAS DE LACHAY E IGUANIL

LOMAS DE LACHAY

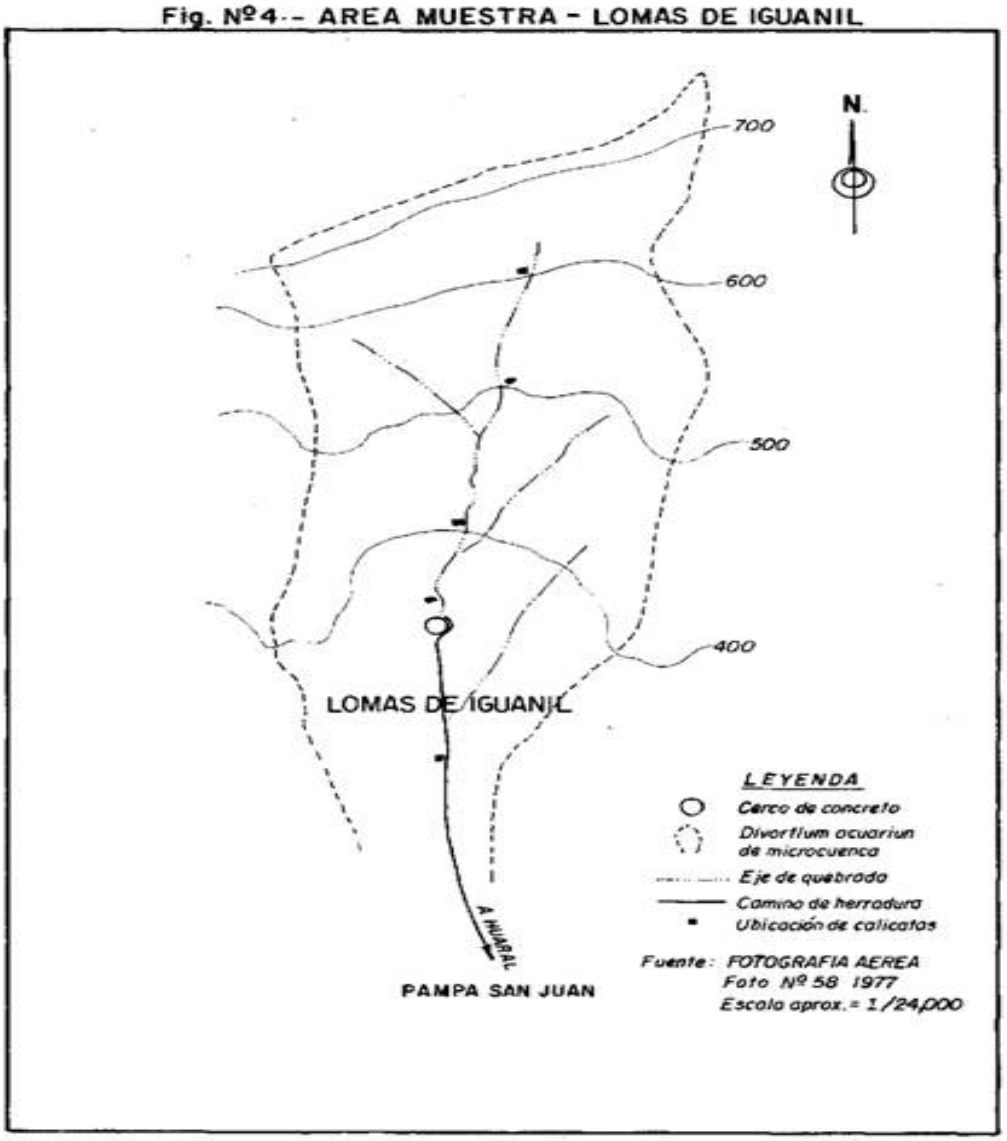
Niveles Altitudinales msnm	Recorrido Longitudinal km	Superficie km²	Separación km	Equidistancia km	Pendiente Media
100	11	17.31	1.37	0.100	7.1
200	14	24.3	1.10	0.200	18.0
400	28	9.6	0.58	0.200	34
600	4.8				

LOMAS DE IGUANIL

200	5.2	33.6	5.10	0.20	4
400	9.0	7.7	0.51	0.20	40
600	21.0	10.1	0.61	0.20	33
800	12.0				

Fuente. Carta Nacional I.G.N. 1/100,000. Año 1973.

Fig. Nº4.- AREA MUESTRA - LOMAS DE IGUANIL



CUADRO No. 6.- UNIDADES FISIOGRAFICAS EN LOMAS DE LACHAY-IGUANIL

Prov. Fisiográficas	Gran paisaje	Paisaje
Costa Central del Perú	Planificie eólica (C)	— Depósito de Loes. C_1 — Depósitos eólicos. C_2 — Quebrada de origen aluvial con cobertura eólica. C_3 — Piedemonte de origen coluvio-aluvial con cobertura eólica. C_4
Cordillera Occidental de los Andes de la Zona Central del Perú	Montañas y colinas de la vertiente occidental de los Andes (M)	— Montañas de rocas ígneas intrusivas (Adamelita Lachay) del cretáceo superior perteneciente a las Lomas de Lachay. M_1 — Montañas de rocas ígneas intrusivas (Tonalitas) del cretáceo superior perteneciente a las Lomas de Iguanil. M_2 — Laderas de rocas ígneas intrusivas (Gabro). M_3

RECOMENDACIONES

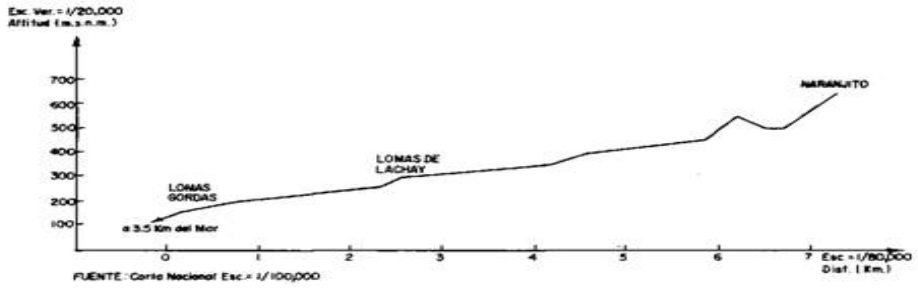
1. Se recomienda el uso de las informaciones obtenidas a través de la Técnica de Percepción Remota en estudios integrados de Lomas, por su representatividad geográfica en el país y por las condiciones de su relieve. Además porque permite obtener resultados satisfactorios tanto cualitativos como cuantitativos, en un corto periodo de tiempo.

2. Para la evaluación de los recursos naturales tipo Lomas se recomienda utilizar como método de interpretación el análisis fisiográfico, que integra los factores climáticos, lito lógicos y de relieve fundamentalmente.
3. Para estudios de Lomas en el Perú se recomienda utilizar materiales cartográficos que las técnicas modernas ofrecen, tales como: imágenes de satélites en composición a color a escala 1/250,000; fotografías aéreas infrarrojo falso color en escala mayores a 1/20,000.

4. . Dependiendo de la naturaleza del estudio; en toda investigación donde se utilizan las Técnicas de la Percepción Remota se recomienda que se realicen trabajos de campo, con fines de reajuste de la fotointerpre-tación.

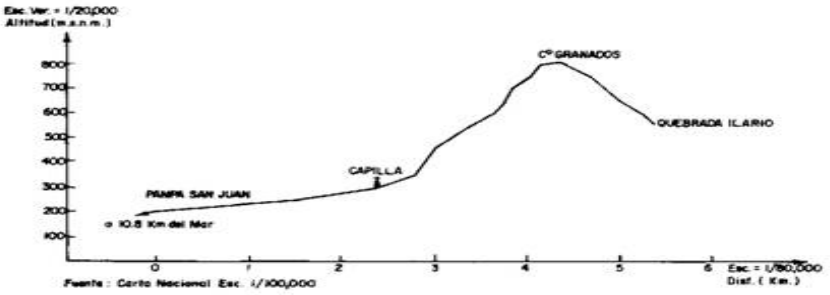
5. Desarrollar estudios geomorfológi-cos que permitan conocer los orígenes y procesos en la formación de Lomas en la Costa Peruana.

Fig. Nº 5 .- SECCION TRANSVERSAL A - A
LOMAS DE LACHAY



FUENTE: Carta Nacional Esc.= 1/ 100,000

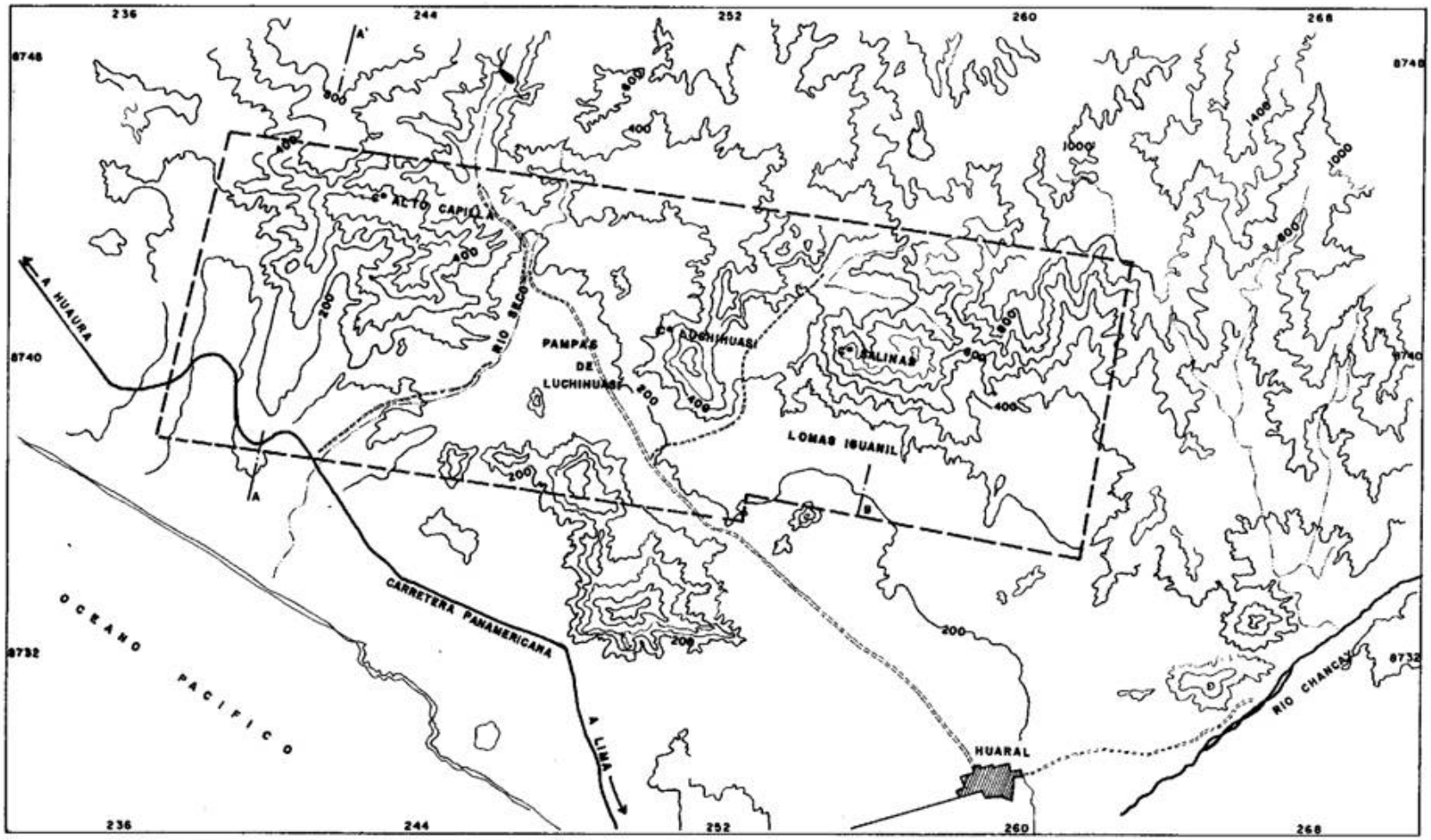
Fig. Nº 6 .- SECCION TRANSVERSAL B - B
LOMAS DE IGUANIL



Fuente : Carta Nacional Esc. 1/100,000

CUADRO No. 7 INTERPRETACION DE LA COBERTURA VEGETAL EN LOMAS DE LACHAY-IGUANIL, MEDIANTE FOTOGRAFIAS AEREAS INFRARROJO FALSO COLOR, AÑO 1977

Tono	Textura	Tamaño m.	Ubicación Altitudinal msnm	Tipo de vegetación	AREA Has. Lachay	Iguanil
Granate Intenso	Gruesa	2 - 4 m	300 - 400	Vegetación arbórea reforestada	35	—
Granate	Media	1.5 - 2 m	400 - 600	Vegetación arbórea natural	En ejes de Quebrada	
Granate Claro	Fina	0.15-0.30	300 - 700	Pastos y hierbas naturales	1,028.5	1,289.8
Azulado pardu-zco con manchas granates	Muy fina	0.01-0.03	200 - 300	Vegetación epífita	662.5	—

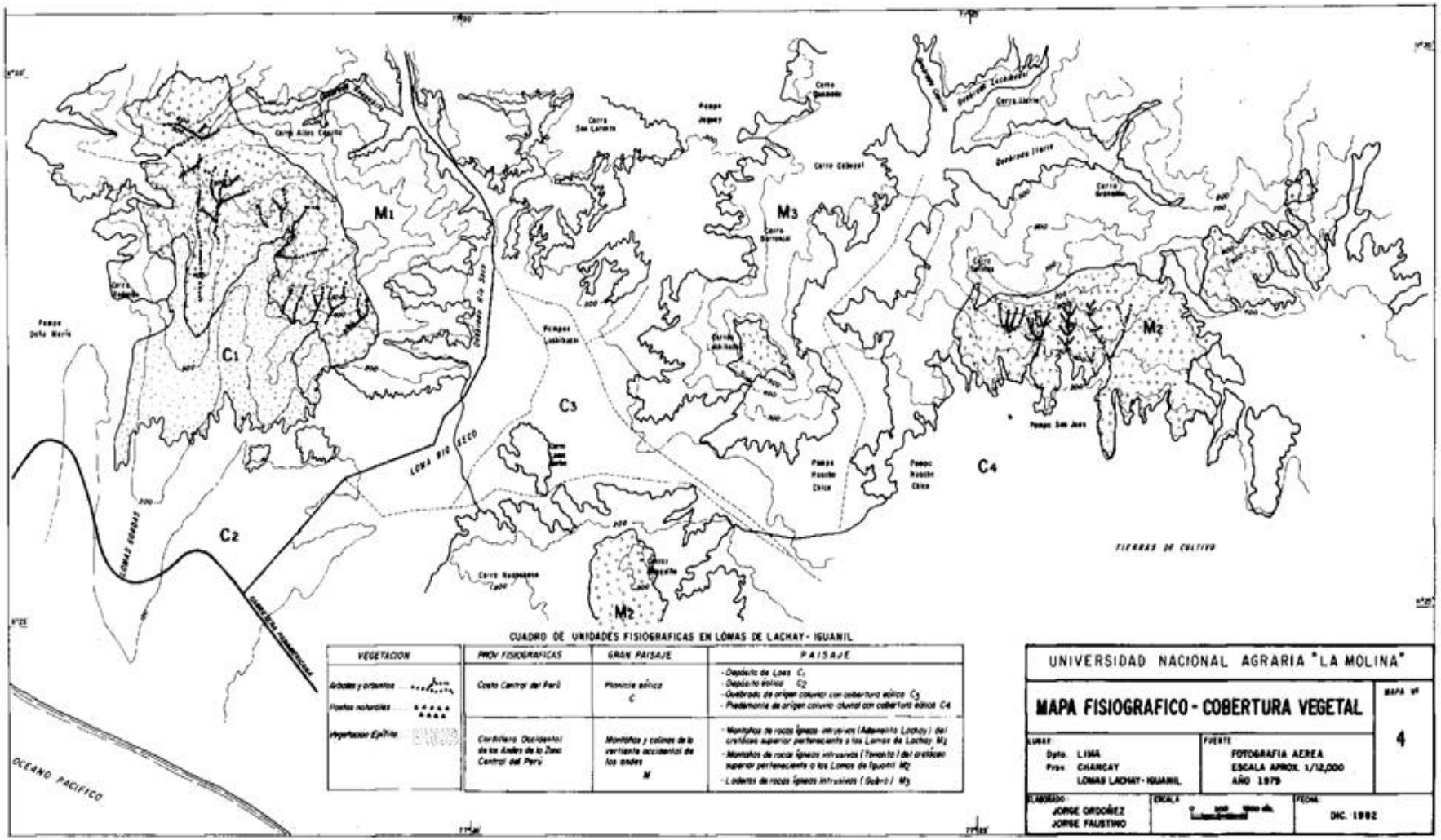


FUENTE CARTA NACIONAL I.G.N. 1967

LOMAS DE LACHAY - IGUANIL

MAPA GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO
ESCALA 1/200,000

MAPA Nº 3



CUADRO DE UNIDADES FISIOGRAFICAS EN LOMAS DE LACHAY - IGUANIL

VEGETACION	PROV FISIOGRAFICAS	GRAN PAISAJE	PAISAJE
Arboles y arbustos Plantas notoriales Vegetacion Efimera	Costa Central del Perú	Planicie eólica C	- Depósito de Loes C_1 - Depósito eólico C_2 - Quebrada de origen coluvial con cobertura eólica C_3 - Piedemonte de origen coluvio-aluvial con cobertura eólica C_4
	Cordillera Occidental de los Andes de la Zona Central del Perú	Montañas y colinas de la vertiente occidental de los andes M	- Montañas de rocas ígneas intrusivas (Adamelita Lachay) del cretáceo superior pertenecientes a los Lomas de Lachay M_2 - Montañas de rocas ígneas intrusivas (Tonalita) del cretáceo superior pertenecientes a los Lomas de Iguanil M_2 - Laderas de rocas ígneas intrusivas (Sobre) M_3

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA "LA MOLINA"

MAPA FISIOGRAFICO - COBERTURA VEGETAL

MAPA Nº 4

LUGAR
Dpto. LIMA
Prov. CHANCAY
LOMAS LACHAY - IGUANIL

FUENTE
FOTOGRAFIA AEREA
ESCALA APROX. 1/12,000
AÑO 1979

ELABORADO
JORGE ORDOÑEZ
JORGE FAUSTINO

ESCALA

FECHA
DIC. 1992

CUADRO No. 8 CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS EN LAMNINA DE H_2O (mm). LOMAS DE LACHAY-IGUANIL

LOMAS DE LACHAY AÑO	MES	NIVELES ALTITUDINALES msnm 300	400	500	600	X
1976	Junio	0.68	1.12	2.92	2.56	1.82
	Julio	0.66	1.09	2.16	2.56	1.62
	Agosto	1.17	1.33	3.13	3.93	2.39
	Octubre	0.61	2.00	4.24	6.26	3.28
	Noviembre	0.35	0.71	1.72	3.45	1.56
1977	Febrero	0.46	0.32	1.61	1.78	1.04
1978	Enero	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
	Mayo	0.19	0.01	3.17	0.31	0.92
	Junio	0.28	1.56	0.31	1.38	0.88
	Julio	0.43	1.02	0.91	---	0.79
	Setiembre	0.81	2.33	0.90	1.46	1.38
1979	Junio	0.31	0.14	0.24	0.47	0.29
	Julio	0.46	0.21	1.06	1.77	0.88
	Julio	--	0.32	2.28	1.90	1.50
	Julio	--	0.24	0.62	0.76	0.54
	Agosto	0.98	0.87	0.58	0.23	0.67
X		0.56	0.88	1.72	2.09	

LOMAS DE IGUANIL

1976	Junio	0.86	2.68	9.02	3.35	3.98
	Julio	1.20	2.44	7.46	3.63	3.68
	Agosto	3.19	2.90	5.88	3.20	3.79
	Octubre	2.82	5.93	8.03	4.61	5.36
	Noviembre	1.16	2.88	6.06	4.61	3.67
1977	Febrero	0.97	1.04	2.61	2.39	1.75
1978	Enero	0.03	0.07	0.19	0.0	0.07
	1 Julio	0.25	0.60	1.35	0.62	0.70
	29 Julio	0.44	0.59	2.12	0.17	0.85
	Setiembre	---	1.93	0.83	0.49	1.08
	Octubre	0.46	0.40	0.43	0.24	0.38
1979	Setiembre	0.92	1.16	4.39	0.60	1.71
	Junio	0.00	0.00	0.00	0.13	0.03
	Julio	1.87	2.42	6.12	2.36	3.19
	Octubre	0.24	0.72	2.80	0.46	1.05
X		1.10	1.84	3.82	1.79	

Fuente: Centro de Investigación de Zonas Aridas. UNA.

X : Promedio.

CUADRO No. 9. TABLA GRANULOMETRICA LOMAS DE LACHAY - LOMAS DE IGUANIL

LOMAS DE LACHAY

Mallas No.	Peso retenido (gr) A	B	C	D	Peso que pasa (gr) A	B	C	D	o/o Que pasa A	B	C	D
'8	0.00	9.35	00.00		00.00	245.08	00.00		00.00	96.3	00.00	
1/4	2.42	16.20	00.00		178.5	228.88	00.00		98.66	89.9	00.00	
4	2.80	192.9	3.41		175.95	209.80	212.11		97.1	82.4	98.41	
10	12.39	59.58	15.31		163.56	150.02	196.80		90.3	59.0	91.3	
20	18.57	40.23	24.04		144.99	109.79	172.76		80.0	43.21	80.2	
30	7.98	10.63	6.77		137.01	99.16	166.99		75.6	39.0	77.0	
40	10.58	17.30	6.53	0.00	126.43	81.86	159.46	155.1	69.8	32.2	74.0	100
50	8.85	17.66	11.44	0.74	117.58	64.20	148.02	154.4	64.9	25.2	68.7	99.5
100	76.26	36.71	11.16	99.6	44.32	227.49	36.86	54.8	24.5	10.8	17.1	35.4
200	22.86	11.26	22.11	31.7	21.46	16.23	14.75	11.4	11.8	6.4	6.8	7.4
Fondo	21.20	12.85	14.74	11.5	0.26	3.38	0.01					

LOMAS DE IGUANIL

3/8	85.8	177.9	221.9	120.8	1090.9	1000.5	638.4	751.8	92.7	84.9	74.2	86.2
1/4	109.9	156.6	107.3	58.9	981.0	843.9	534.7	692.9	83.4	71.5	68.2	79.4
4	929.0	83.4	58.4	39.6	888.1	760.5	476.3	653.3	75.5	64.5	55.4	74.8
10	238.7	170.1	106.1	110.5	649.4	590.5	370.2	542.8	55.2	50.1	43.0	62.2
20	207.2	148.1	92.0	122.5	422.2	422.4	278.2	420.3	37.6	37.5	32.4	48.2
30	69.9	65.5	43.3	63.8	372.3	375.9	234.9	356.5	31.6	31.9	27.3	40.9
50	100.1	107.2	67.5	99.1	272.2	268.77	167.4	257.4	23.2	22.8	19.5	29.5
100	91.4	108.8	686.0	112.6	180.8	159.9	98.9	144.8	15.4	13.5	11.5	16.6
200	80.4	89.0	59.7	85.8	1100.4	70.9	39.1	59.0	8.5	6.9	4.5	6.8
Fondo	100.4	70.9	39.1	59.0								

A 600 msnm
B 500 msnm
C 400 msnm
D 300 msnm

* Niveles altitudinales.

Fig. Nº 7.- CURVAS GRANULOMETRICAS - LOMAS DE LACHAY

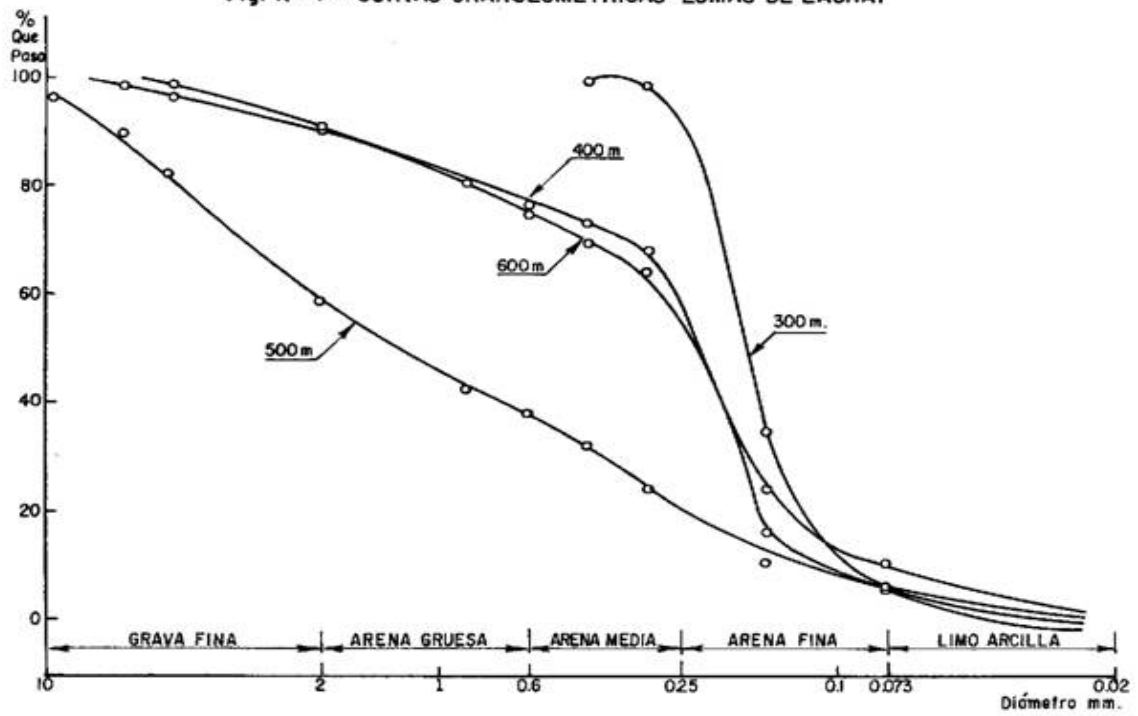
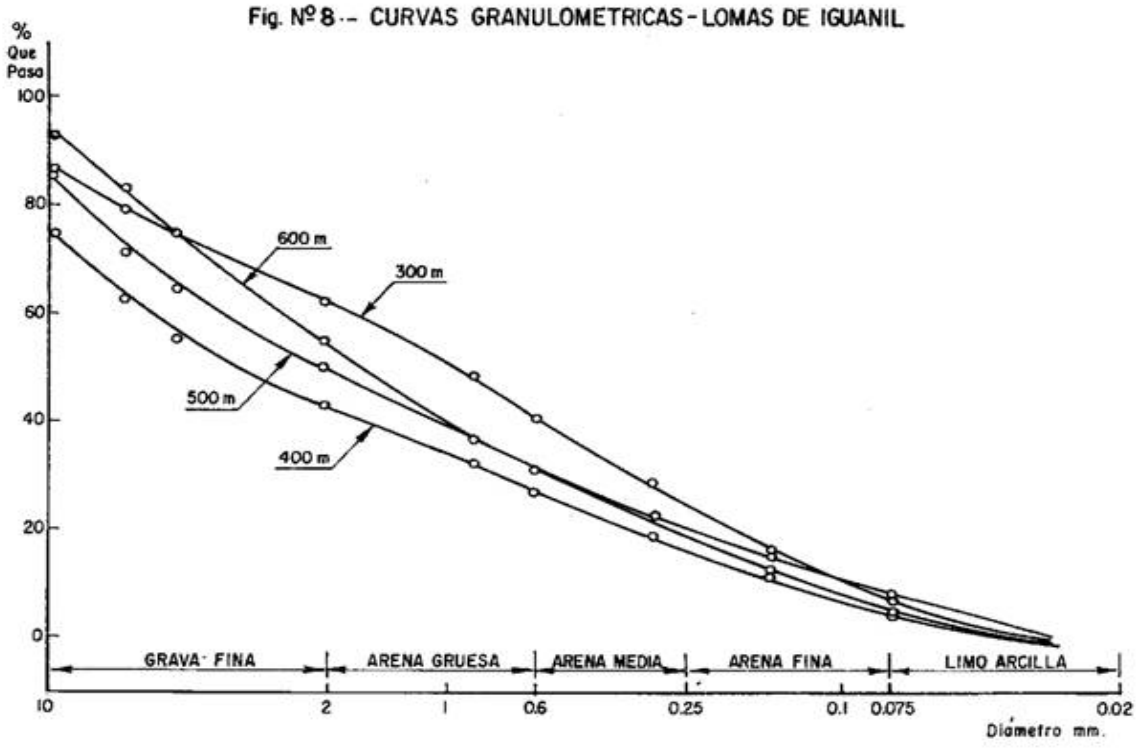


Fig. Nº 8.- CURVAS GRANULOMETRICAS - LOMAS DE IGUANIL



BIBLIOGRAFIA

1. BOTERO, P.J. Fisiografía y estudios de suelos . Colombia, C.I.A.F., 1978. 40 p.
2. CARRE, F. Explotación de las fotografías aéreas. España, Ed. Paraninfo, 1971. 258 p.
3. COBBING, J. Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ambar, Oyón, Huacho, Huaral y Santa. Perú. Ed. Servicio de Geología y Minería, 1973. 172 p.
4. D.R.A.T. Segundo Seminario de Aerofotografía aplicada. Perú. PUBLIDRAT, 1978. 200 p.
5. D.R.A.T. Primer Seminario de Aerofotografía aplicada. PUBLIDRAT, 1975. 240 p.
6. DERRAU, M. Geomorfología. Barcelona, Ed. Ariel, 1966. 442 p.
7. ENGEL, F. Las Lomas de Iguanil. Universidad Nacional Agraria. Perú, 1970. 58 p.
8. GOOSEN, D. Interpretación de fotografías aéreas y su importancia en el levantamiento de suelos. Roma, F.A.O. 1968. 58 p. 9. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, ICA, 1978. 216 p.
10. MEJIA, L.C. La relación clima-suelo. Bogotá. CIAF. 1981. 46 p.
11. ÍSTRAMDBERG, C.H. Manual de fotografías aéreass Barcelona. Ed. Omega. 1975. 265 p.
12. SAITO DIAZ, G. Base para el establecimiento y manejo de una unidad de conservación en las Lomas de Lachay. Tesis UNA. 1972.
13. STRAHLER, A.N. Geografía Física. Barcelona. Ed. Omega, 1974. 767 p.

14. TORRES, G.J. Productividad Primaria y cuantifica-ción de los factores ecológicos que la determinan, en zonas costaneras del centro del Perú. Tesis UNA. Lima, Perú, 1979.

Análisis de la Vegetación Arbórea en las Lomas de la Costa Central del Perú (Lomas de Iguanil-Pacta)

Juan A. AriasAvila[*]

RESUMEN

Se presentan resultados acerca del Potencial de las Lomas de la Costa Central en cuanto a la vegetación leñosa (arbustiva-arbó-rea) y la comparación de dos métodos de muestreo de vegetación: Método del Area y Método del Cuadrante. Este trabajo ha sido realizado durante los años de 1982 y 1983 en las Lomas de Iguanil LS. 11°23'05" - 11°24'03"; LO. 77° 13V0" - 77° 14'55" y las Lomas de Pacta LS. 12°15'50" - 12°17'12"; LO. 76°45'37"-76 47'28", Departamento de Lima.

Las Lomas presentan densidades entre 3 (Loma de Pacta! y 19 (Loma de Iguanil) Arboles-arbustos/Ha y en cuanto a los métodos de muestreo de vegetación el Método del Area resulta ser el más efectivo en relación con el del Cuadrante, sobre todo en lo que se refiere a la densidad.

SUMMARY

We are presenting the results about the Potential of the Lomas of the Central Coast as for the firewood vegetation (shrub-tree) and the comparision of the two methods of vegetation sampling techniques: The Area Method and the Quadrant Method. This work was done during the years of 1982 and 1983 in the Lomas of Iguanil S.L 11°23'05"-11°24V3", W.L 77°13'00"-77°14'55" and the Lomas of Pacta S.L. 12° 15'50"-12°17'12", W.L 76°45' 37"-76°47'28", Department of Lima. The Lomas present densi-ties between 3 (The Pacta Loma) and 19 (The Iguanil Loma) trees-shrubs/hectare and as for the methods of vegetation sampling techniques; the Area Method results are the most effective in relation to the Quadrant, with respects to density.

INTRODUCCION

El presente trabajo en Lomas toma como tema de investigación el estrato arbustivo y arbóreo por la importancia que representa al ser un elemento de captación del agua de las neblinas y al ser determinante en la mayor o menor presencia del estrato herbáceo en la época húmeda.

El estrato leñoso viene sufriendo un proceso de tala indiscriminada lo cual ha incidido en la aceleración del proceso de desertificación de estas formaciones vegetales.

Al referirnos al estrato arbóreo-ar-bustivo nos planteamos los siguientes objetivos:

— Establecer el potencial de las Lomas de la Costa Central en cuanto a la vegetación arbustiva-arbórea.
— Comparar la efectividad de dos métodos de muestreo de vegetación leñosa para la zona de Lomas de la Costa Central.

MATERIALES Y METODOS

— *Ubicación y características de la zona de estudio*
— Las zonas de estudio se ubican en la Costa Central del Perú en el departamento de Lima, provincias de Huaral y Lima. Figuras Nos. 1, 2 y 3.

— *Métodos varios*

— *Obtención del Dap.* Se obtuvo siguiendo las recomendaciones del Manual de Dasometría elaborado por la FAO; (9), donde se indica que para América del Sur se mide la sección transversal del tronco a una altura de 1.30 m.
— *Obtención del área mínima de muestreo.* De acuerdo con datos de cobertura se determinó como área de la parcela a 20 m x 20 m, donde es posible encontrar un individuo de tara, mito y palillo.

Caesalpinia tara	8 - 10 m	9 m
Carica candicans	5 - 7	6 m
Capparis prisca	3 - 7	5 m
		20 m

UBICACION GEOGRAFICA Y AREA DE LAS LOMAS ESTUDIADAS

Loma	Dpto.	Prov.	Coordenadas Geográficas		Areas (Ha)
			Latitud Sur	Longitud Oeste	
IGUANIL	LIMA	HUARAL	11°23'05" 11°24'03"	77°13'00" 77°14'55"	458.90 #
PACTA	LIMA	LIMA	12°15'50" 12°17'12"	76°45'37" 76°47'28"	442

#(13);(16)

— Métodos de Análisis de la Vegetación arbórea-arbustiva

Método del Cuadrante

La distancia entre los puntos es re-ferida a 100 pasos; tiene que ser modi-ficada por efecto de la pendiente 22 y 56 o/o (16) y en especial por la presen¬cia de zonas rocosas, empleando para el efecto la medición con guincha y to¬mando como distancia entre los pun¬tos 50 m por presentar una medida comparable a la distancia de 100 pasos (cada paso de 45 cm), a lo largo de una línea eje predeterminada. El espacio al¬rededor de cada punto se divide en cuatro cuadrantes. Dentro de cada cua¬drante se escoge el árbol más cercano al punto y se determina la distancia, área basal y la especie. Se trazan tres líneas ejes por quebrada.

Método del Area

El muestreo se realiza tomando zonas representativas para realizar posteriormente una comparación entre los métodos utilizados, escogiéndose para el efecto los pisos altitudinales 300, 400, 500 y 600 msnm y de a-cuerdo a las zonas de la quebrada: Laderas y Centro de Quebrada.

El número de quebradas a mues-trear en cada una de las Lomas en estudio es de tres, cada una de diferente orientación hacia el mar y a cada una se le aplicará los dos métodos antes enunciados.

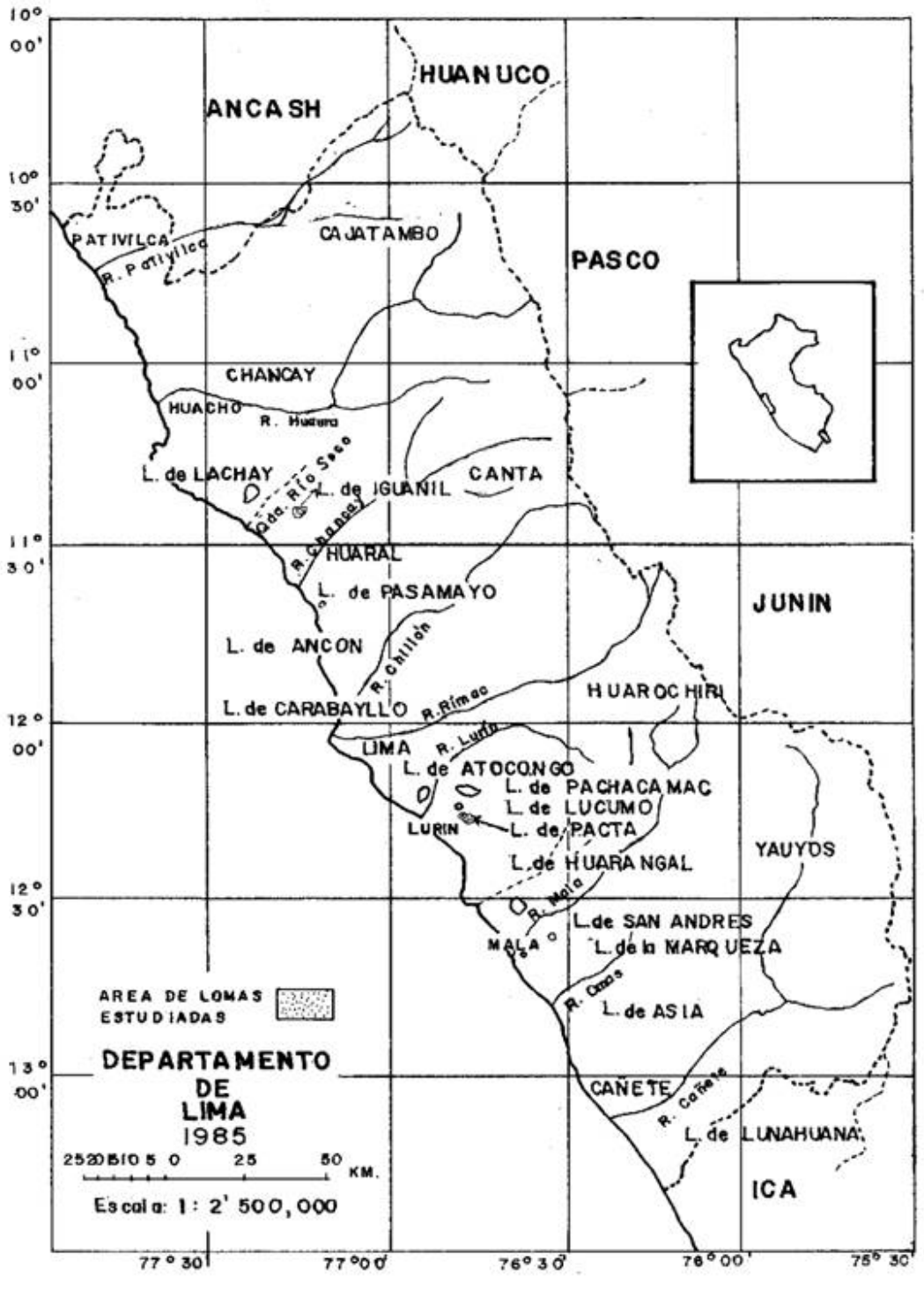
RESULTADOS

Al realizar el presente trabajo se tuvieron en cuenta las observaciones iniciales:

— No todas las plantas de hábito arbóreo presentan igual distribución e importancia.
— Por su parte la tara, *Caesalpinia tara* y mito, *Carica candicans* son representativos.
— Se realizaron modificaciones parciales en los métodos de análisis cuantitativos de la vegetación arbórea para aplicarlos en el análisis cuantitativo de las Lomas en estudio, debido a las irregularidades del terreno y a la distribución de las especies arbóreas.

Lo que permitió desarrollar en el terreno los métodos de análisis, el Area y el del Cuadrante, obteniéndose resultados, los cuales se encuentran desarrollados suscintamente en los Cuadros No. 1, 2, 3-a, 3-b, 4, 5, 6, 7, 7A, 7B, 8, 8A indicándose parámetros importantes para el ecosistema de Lomas.

FIGURA N° 1 **UBICACION DE LAS LOMAS EN LA COSTA CENTRAL DEL PERU**



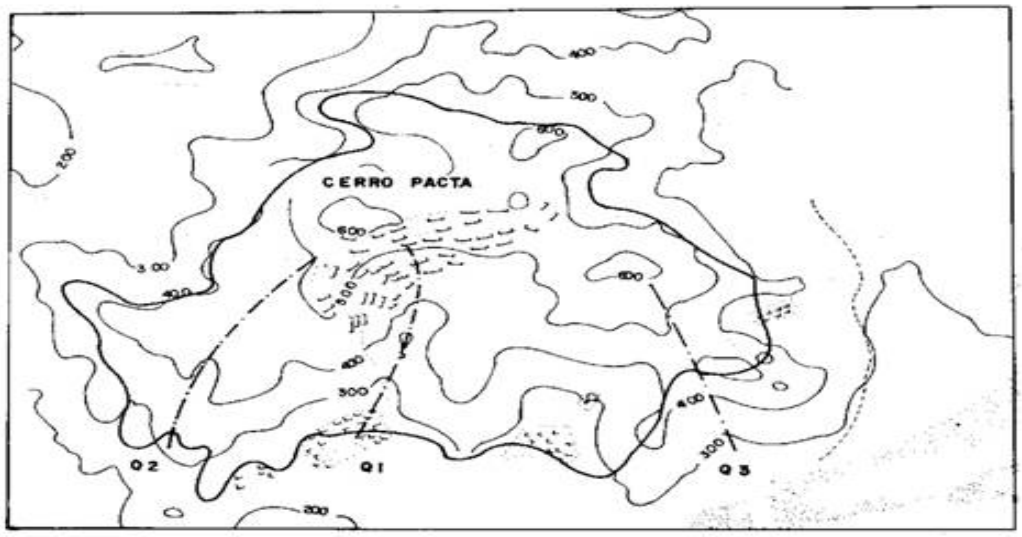


Fig. No. 2 Lomas de Pacta.

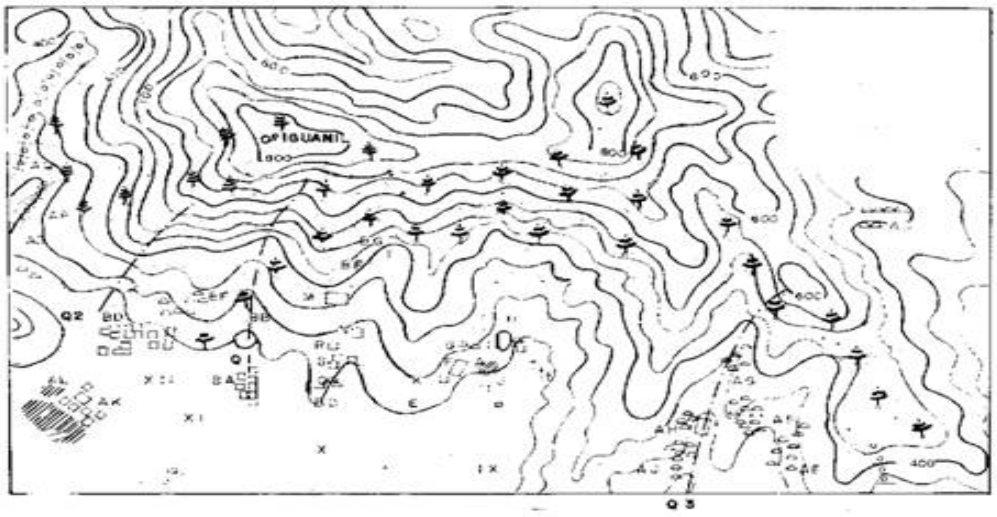


Fig. No. 3 Lomas de Iguanil.

CONCLUSIONES

1. El potencial de las Lomas de la Costa Central en cuanto a su vegetación leñosa se encuentra muy por debajo del potencial forestal del Bosque Seco del Norte (Tumbes-Lambaye-que) y más aún del Bosque Tropical.

2. A las Lomas clasificadas, por J. Torres - C. López como: Medianamente Depredada Loma de Iguanil, le corresponde en promedio hasta 19 árboles-arbustos/Ha y a la Altamente Depredada Loma de Pacta 2 árboles-arbustos/Ha.

3. El Método de Muestreo de Areas, en cuanto al factor Densidad es de mayor precisión que el del Cuadrante. Pero en cuanto a la Diversidad de la vegetación se refiere, el Método del Cuadrante resulta ser más a-certado que el de Areas.

4. La especie de mayor Valor de Importancia es *Caesalpinia tara* en la Loma de Iguanil y *Carica candicans* en la Loma de Pacta.

CUADRO No. 1 METODO DEL CUADRANTE
LOMA DE IGUANIL QUEBRADAS "Q 1" "Q 2 "Q 3"

Sp.	Número de puntos	Número de Arboles	Area basal cm^2	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
Am	2	2	1398.0086	2/173 (1.15 o/o)	2/292 (0.69 o/o)	1398.0086/217043.2093 (0.64 o/o)	2.48 o/o
Ct.	68	139	167156.4845	68/173 (39.31 o/o)	139/292 (47.60 o/o)	167156.0086/217043.2093 (77.02 o/o)	163.93 o/o
Cc.	51	79	22264.6586	51/173 (29.48 o/o)	79/292 (27.05 o/o)	22264.6586/217043.2093 (10.26 o/o)	66.79 o/o
Cp.	52	72	2624.0576	52/173 (30.06 o/o)	72/292 (24.66 o/o)	2624.0576/217043.2093 (12.08 o/o)	66.80 o/o
Tot.	173	292	217043.2093	100 o/o	100 o/o	100 o/o	300 o/o

Sp.	Número de puntos	Número de Arboles	Area basal cm^2	Frecuencia	Dominancia	Densidad Absoluta	Dominancia por Hectárea
Am	2	2	1398.0086	2/73 (2.73 o/o)	1398.0086/73 (19.15)	0.69 x 84.47 (58.28)	19.15 x 62786.4327 (12023680.18)
Ct.	68	139	167156.4845	139/73 (93.15 o/o)	167156.4845/73 (2289.81)	47.60 x 84.47 (4020.77)	2289.81 x 62786.4327 143769001..40)
Cc.	51	79	22264.6586	51/73 (68.86 o/o)	22264.6586/73 (304.99)	27.05 x 84.47 (2284.91)	304.99 x 62786.4327 (19149234.10)
Cp.	52	72	26224.0576	52/73 (71.23 o/o)	26224.0576/73 (359.23)	24.66 x 84.47 (2083.03)	359.23 x 62786.4327 (22554770.21)
No. Tota. Puntos	195						

No. de Puntos con Arboles 73
Distancia Total 3179.32 m.
Distancia Promedio 3179.72/73 x 4 = 10.88 m.

Arboles por Hectárea $10000/(10.88)^2 = 84.47$
Area basal por Arbol $217043.2093/292 = 743.2986\ cm^2$
Area basal por Hectárea $743.2986 \times 84.47 = 62786.4327\ cm^2$

CUADRO 2 METODO DEL AREA
LOMA DE IGUANIL QUEBRADAS "Q 1" "Q 2" "Q 3"

Sp.	Número de Parcelas	Número de Arboles	Area basal cm^2	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
Am.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o
Ct.	21	32	17270.1186	21/36 (58.33 o/o)	32/56 (57.14 o/o)	17270.1186/28553.9326 (60.48 o/o)	175.95 o/o
Cc.	7	7	5959.6008	7/36 (19.44 o/o)	7/56 (12.50 o/o)	5959.6008/28553.9326 (20.87 o/o)	52.81 o/o
Cp.	8	17	5324.2132	8/36 (22.22 o/o)	17/56 (30.36 o/o)	5324.2132/28553.9326 (18.65 o/o)	71.23 o/o
Tot.	36	56	28553.9326	99.99 o/o	100 o/o	100 o/o	299.99 o/o

Sp.	Número de Parcelas	Número de Arboles	Area basal cm^2	Frecuencia	Densidad	Densidad Absoluta	Dominancia
Am.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00	0.00	0.00
Ct.	21	32	17270.1186	21/72 (29.16 o/o)	32/72 (0.44)	57.14 x 0.44 (25.14)	17270.1186/72 (239.86)
Cc.	7	7	5959.6008	7/12 (9.72 o/o)	7/72 (0.09)	12.50 x 0.09 (1.12)	5959.6008/72 (82.77)
Cp.	8	17	5324.2132	8/72 (11.11 o/o)	17/72 (0.23)	30.36 x 0.23 (6.98)	5324.2132/72 (73.94)
No. total Parcelas 72							

Arboles por Parcela 56/72 = 0.77
Arboles por Hectárea 0.77 x 25 = 19.25

Area basal por Parcela $28553.9326/72 = 396.5825\ cm^2$
Area basal por Hectárea $396.5825 \times 25 = 9914.5625\ cm^2$

CUADRO No. 3-A METODO DEL CUADRANTE
LOMA DE PACTA QUEBRADAS "Q 1" "Q 2" "Q 3"

Sp.	Número de Puntos	Número de Arboles	Area basal cm^2	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
Am.	2	3	1388.3995	2/25 (8.00 o/o)	3/35 (8.60 o/o)	1388.3995/29204.6485 (4.75 o/o)	21.35 o/o
Cc.	12	20	9352.7168	12/25 (48.00 o/o)	20/35 (57.14 o/o)	9352.7168/29204.6485 (32.02 o/o)	137.16 o/o
Ca.	2	2	125.6636	2/25 (8.00 o/o)	2/35 (5.71 o/o)	125.6636/29204.6485 (0.43 o/o)	14.14 o/o
Lg.	4	4	107.5994	4/25 (16.00 o/o)	4/35 (11.43 o/o)	107.5994/29204.6485 (0.37 o/o)	27.80 o/o
Sm.	1	1	9331.3155	1/25 (4.00 o/o)	1/35 (2.85 o/o)	9331.3155/29204.6485 (31.95 o/o)	38.80 o/o
Fc.	1	2	2060.8847	1/25 (4.00 o/o)	2/35 (5.71 o/o)	2060.8847/29204.6485 (7.06 o/o)	16.77 o/o
Oe.	1	1	6647.6100	1/25 (4.00 o/o)	1/35 (2.85 o/o)	6647.6100/29204.6485 (22.76 o/o)	29.61 o/o
Pg.	2	2	190.4590	2/25 (8.00 o/o)	2/35 (5.71 o/o)	190.4590/29204.6485 (0..65 o/o)	14.36 o/o
Tot.	25	35	29204.6485	100 o/o	100 o/o	99.99 o/o	299.99 o/o

CUADRO No. 3-B METODO DEL CUADRANTE
LOMA DE PACTA QUEBRADAS "Q 1" "Q 2" "Q 3"

Sp.	Número de Puntos	Número de Arboles	Area basal cm^2	Frecuencia	Dominancia	Densidad Absoluta	Dominancia por Hectárea
Am.	2	3	1388.3995	2/8 (25.00 o/o)	1388.3995/8 (173.54)	8.60 x 40.62 (349.33)	173.54 x 33894.0794 (5881978.53)
Cc.	12	20	9358.7168	12/8 (150.00 o/o)	9358.7168/8 (1169.83)	57.14x 40.62 (2321.02)	1169.83 x 33894.0794 (39650310.90)
Ca	2	2	125.6636	2/8 (25.00 o/o)	(125.6636/8) (15.70)	5.71 x 40.62 (231.94)	15.70 x 33894.0794 (532137.04)
Lg.	4	4	107.5994	4/8 (50.00 o/o)	107.5994/8 (13.44)	11.43 x 40.62 (464.28)	13.44 x 33894.0794 (455536.42)
Sm.	1	1	9331.3155	1/8 (12.50 o/o)	9331.3155/8 (1166.41)	2.85 x 40.62 (115.76)	1166.41 x 33894.0794 (39534393.15)
Fc.	1	2	2060.8847	1/8 (12.50 o/o)	2060.8847/8 (257.61)	5.71 x 40.62 (231.94)	257.61 x 33894.0794 (8731453.79)
Oe.	1	1	6647.6100	1/8 (12.50 o/o)	6647.6100/8 (830.95)	2.85 x 40.62 (115.76)	830.95 x 33894.0794 (28164285.27)
Pg.	2	2	190.4590	2/8 (25.00 o/o)	190.4590/8 (23.80)	5.71 x 40.62 (231.94)	23.80 x 33894.0794 (806679.08)
No. Tot. Puntos 123							

No. de Puntos con Arboles 8
Distancia Total 502.31 m.
Distancia Promedio 502.31/8 x 4 = 15.69 m.

Arboles por Hectárea $1000/(15.69)^2 = 40.62$
Area basal por Arbol $29204.6485/35 = 834.4185\ cm^2$
Area basal por Hectárea $834.4185 \times 40.62 = 33894.0794\ cm^2$

CUADRO No. 4 METODO DEL AREA
LOMA DE PACTA QUEBRADAS "Q 1" "Q 2" "Q 3"

Sp.	Número de Parcelas	Número de Arboles	Area basal cm^2	Frecuencia Relativa	Densidad Relativa	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
Am.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o
Cc.	6	7	7610.9006	6/7 (85.71 o/o)	7/8 (87.50 o/o)	7610.9006/7655.0792 (99.42 o/o)	272.63 o/o
Ca.	1	1	44.1786	1/7 (14.29 o/o)	1/8 (12.50 o/o)	44.1786/7655.0792 (0.58 o/o)	27.37 o/o
Lg.	0.	0	0.00	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o
Sm.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o
Fc.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o
Oe.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o
Pg.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o	0.00 o/o
To	7	8	7655.0792	100 o/o	100 o/o	100 o/o	300 o/o

Sp.	Número de Parcelas	Número de Arboles	Area basal cm^2	Frecuencia	Densidad	Densidad Absoluta	Dominancia
Am.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00	0.00	0.00
Cc.	6	7	7610.9006	6/72 (8.33 o/o)	7/72 (0.09)	87.50 x 0.09 (7.87)	7610.9006/72 (105.70)
Ca	1	1	44.1786	1/72 (1.38 o/o)	1/72 (0.01)	12.50 x 0.12 (0.12)	44.1786/72 (0..61)
Lg.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00	0.00	0.00
Sm.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00	0.00	0.00
Fc.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00	0.00	0.00
Oe.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00	0.00	0.00
Pg.	0	0	0.00	0.00 o/o	0.00	0.00	0.00
No. Total Parcelas		72					

Arboles por Parcela 8/72 = 0.11
Arboles por Hectárea 0.11 x 25 = 2.75

Area basal por Parcela 7655.0792/72 = 106.3206 cm^2
Area basal por Hectárea 106.3205 x 25 = 2658.0125 cm^2

CUADRO No. 5 CENSO
LOMA DE IGUANIL

QUEBRADA A "Q 3"	Ladera Izquierda	36	Taros	86 o/o	Palillos	9 o/o
	Centro Quebrada	7			Palillos	100 o/o
	Ladera Derecha	123	Taros	69 o/o	Palillos	28 o/o
			Mito	2 o/o	Huarango	1 o/o
	TOTAL	166	Taros	70 o/o	Palillos	27 o/o
QUEBRADA B	TOTAL	96	Taros	34 o/o	Palillos	50 o/o
			Mito	16 o/o		
QUEBRADA C	TOTAL	288	Taros	30 o/o	Palillos	42 o/o
			Mito	28 o/o	(Tacones 107)	
QUEBRADA D	TOTAL	1242	Taros	75 o/o	Palillos	25 o/o
QUEBRADA E "Q 1" "Granados"	Ladera Izquierda	150				
	Centro Quebrada	697				
	Ladera Derecha	1956				
	TOTAL	2803	Taros	75 o/o	Palillos	15 o/o
			Mito	10 o/o		
QUEBRADA F "Q 2"	Ladera Izquierda	326				
	Centro Quebrada	765				
	Ladera Derecha	429				
	TOTAL	1520	Taros	75 o/o	Palillos	20 o/o
			Mito	10 o/o	Cestrum	0.06 o/o
QUEBRADA G	Ladera Izuierdo	97	Taros	50 o/o	Palillos	50 o/o
			Mito	1 o/o		
	Centro Quebrada	208	Taros	75 o/o		
	Ladera Derecha	397	Taros	75 o/o		
	TOTAL	702	Taros	70 o/o	Palillos	20 o/o
QUEBRADA H	Ladera Izquierda	113	Taros	75 o/o		
	Centro Quebrada	42	Taros	75 o/o		
	Ladera Derecha	95	Taros	75 o/o	Palillos	1 o/o
			Mito	3 o/o		
	TOTAL	250	Taros	75 o/o		
Loma de Iguanil Total		7067	Hectáreas	458.90		
Arboles por Hectárea		15.39				

CUADRO No. 6 CENSO
LOMA DE IGUANIL Hectáreas 458.90

	Censo	Método del Area	Método del Cuadrante
Arboles por Hectárea	15.39	19.25	84.47
Area basal por Hectárea cm^2		9914.5625	62786.4327
Area basal por Arbol cm^2		509.8916	743.2986
Dap. promedio por Arbol cm		25.47	30.76
Especie representativa			
Valor de Importancia		175.95	163.93
Caesalpinia tara			

LOMA DE PACTA Hectáreas 442

	Censo	Método del Area	Método del Cuadrante
Arboles por Hectárea	-------	2.75	40.62
Area basal por Hectárea cm^2		2658.0125	33894.0794
Area basal por Arbol cm^2		956.8849	834.4185
Dap. promedio por Arbol cm		34.90	32.59
Especie representativa			
Valor de Importancia		272.63	137.11
Carica candicans			

CUADRO 7 Dap. PROMEDIO POR ARBOL-ESPECIE
LOMA DE IGUANIL Hectáreas 458.90

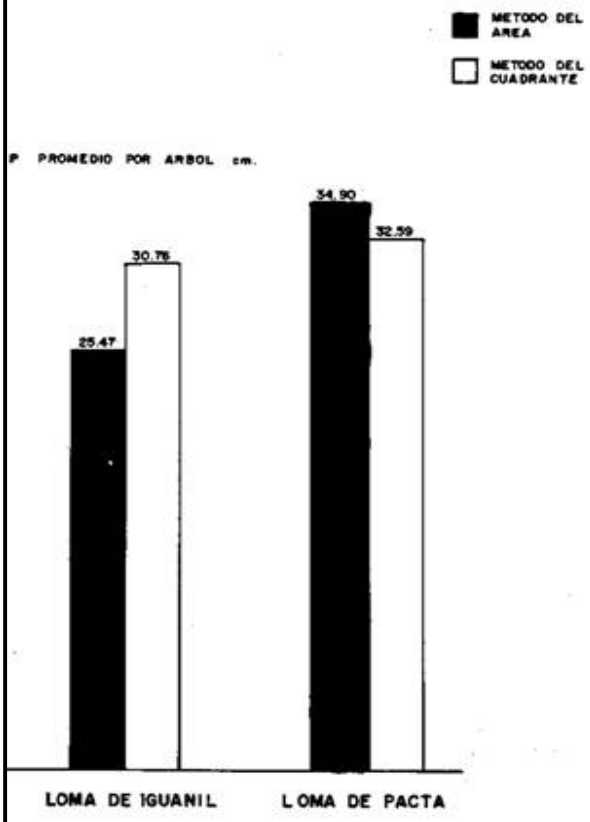
	Método del Area	Método del cuadrante
Arboles por Hectárea	19.25	84.47
Dap. promedio por Arbol	25.47 cm.	30.76 cm.
Dap. promedio Am.	— —	29.83 cm.
Dap. promedio Ct.	26.21 cm.	39.12 cm.
Dap. promedio Cc.	32.92 cm.	18.94 cm.
Dap. promedio Cp.	19.96	21.53 cm.

LOMA DE PACTA Hectáreas 442

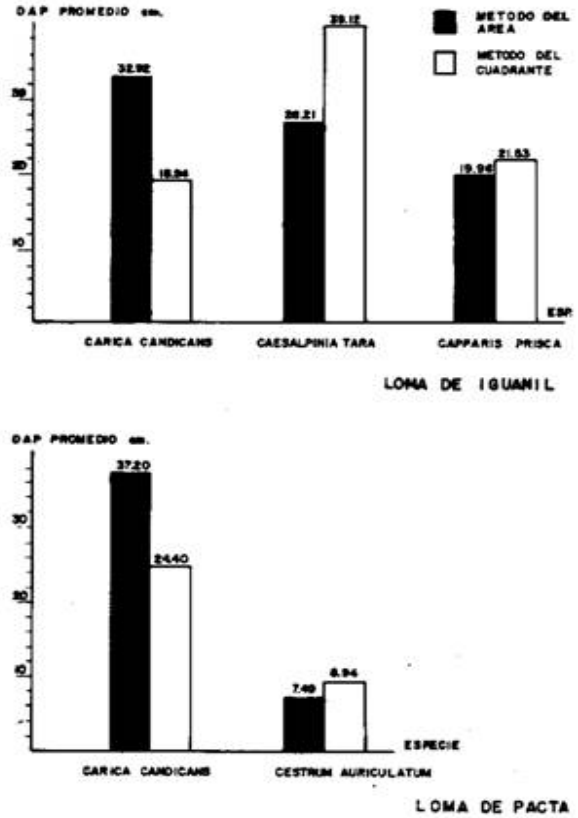
	Método del Area	Método del cuadrante
Arboles por Hectárea	2.75	40.62
Dap. promedio por Arbol	34.90 cm.	32.59 cm.
Dap. promedio Am.	— —	24.27 cm.
Dap. promedio Ct.	37.20 cm.	24.40 cm.
Dap. promedio Ca.	7.49 cm.	8.94 cm.
Dap. promedio Lg.	— —	5.85 cm.
Dap. promedio Sm.	— —	108.99 cm.
Dap. promedio Fc.	— —	12.88 cm.
Dap. promedio Oe.	— —	91.99 cm.
Dap. promedio Pg.	— —	11.01 cm.

Am. Acacia macracantha *Ct. Caesalpinia tara* *Ca. Cestrum auriculatum*
Cc. Carica candicans: *Lg. Leucaena glauca* *Sm. Schinus molle*
Cp. Capparis prisca *Oe. Olea europaea* *Pg. Punica granatum*
Fc. Ficus carica

RO No. 7A LOMA DE IGUANIL Y LOMA DE PACTA
D.A.P. PROMEDIO POR ARBOL cm.



CUADRO No. 7B LOMA DE IGUANIL Y LOMA DE PACTA
D.A.P PROMEDIO - ESPECIE



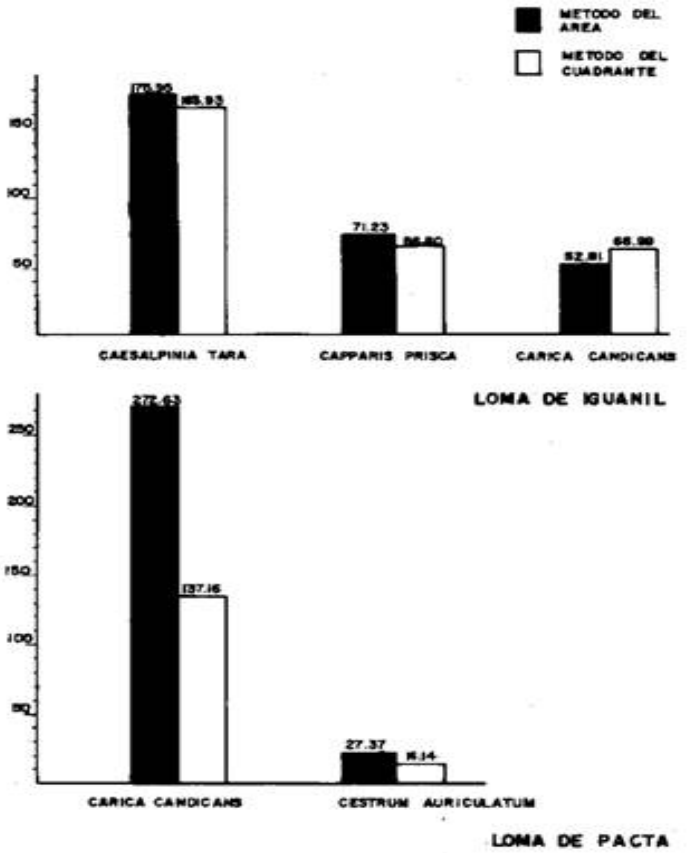
CUADRO No. 8 Valor de importancia por especie
LOMA DE IGUANIL

	Método del Area	Método del Cuadrante
Acacia macracantha	VI. ———	VI. 2.48
Caesalpinia tara	VI. 175.95	VI. 163.93
Carica candicans	VI. 52.81	VI. 66.79
Capparis prisca	VI. 71.23	VI. 66.80

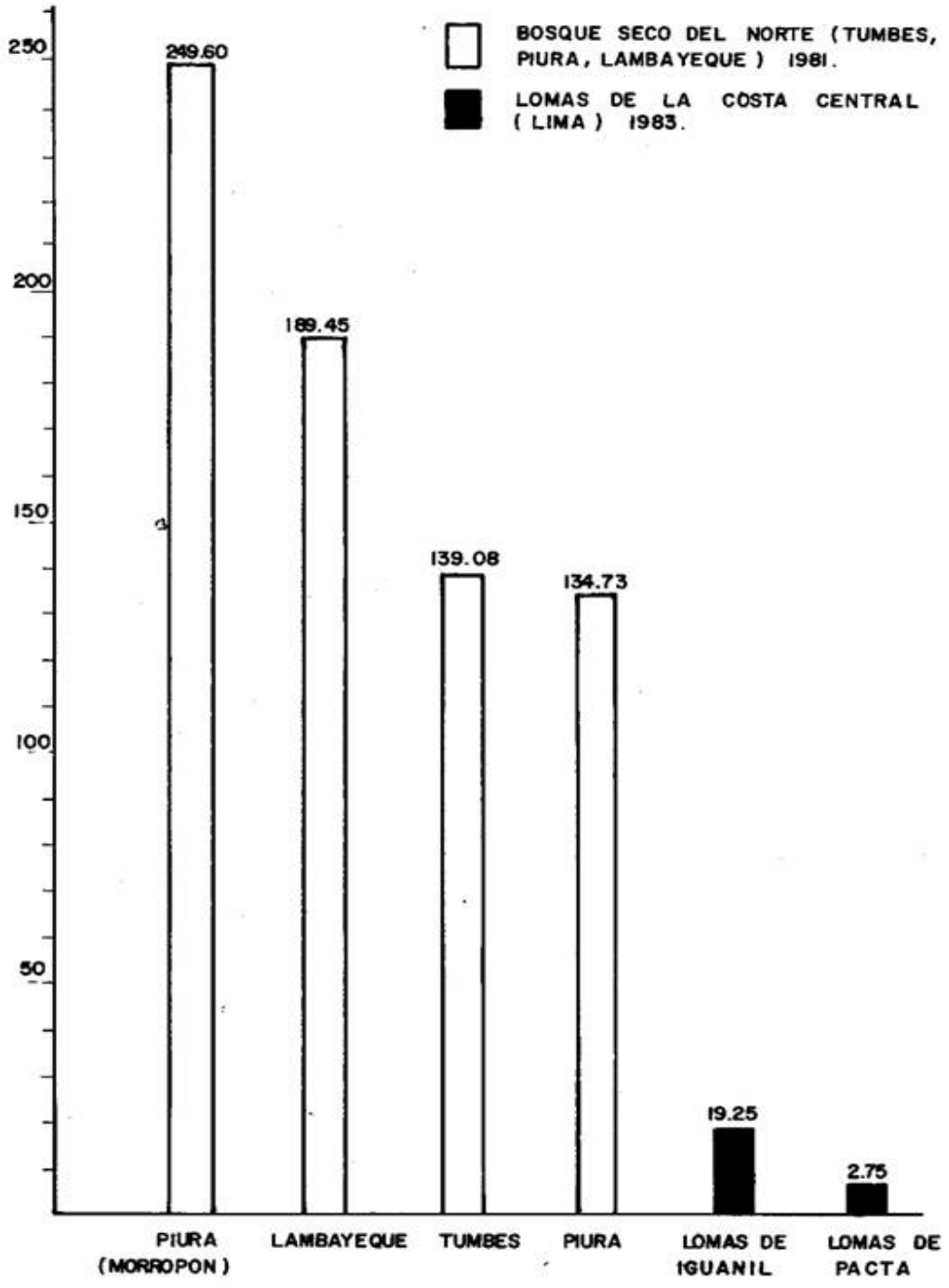
LOMA DE PACTA

	Método del Area	Método del Cuadrante
Acacia macracantha	VI. ———	VI. 21.35
Caesalpinia tara	VI. ———	VI. ———
Carica candicans	VI. 272.63	VI. 137.16
Cestrum auriculatum	VI. 27.37	VI. 14.14
Leucaena glauca	VI. ———	VI. 27.80
Schinus molle	VI. ———	VI. 38.80
Ficus carica	VI. ———	VI. 16.77
Olea europaea	VI. ———	VI. 29.61
Punica granatum	VI. ———	VI. 14.36

CUADRO No. 8A LOMA DE IGUANIL Y LOMA DE PACTA
VALOR DE IMPORTANCIA POR ESPECIE



CUADRO No. 9 BOSQUES SECOS DEL NORTE Y LOMAS DE LA COSTA CENTRAL
N° DE ARBOLES v s. DIFER. ECOSISTEMAS



AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento personal al Dr. Carlos E. López Ocaña y Juan J. Torres Guevara, patrocinadores y guías del presente trabajo.

Al Centro de Investigaciones de Zonas Aridas (CIZA) y a todas las personas que de una u otra manera han contribuido a la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. COMITE PERUANO, 1963. **"Informe Nacional sobre las Zonas Aridas para la Conferencia Latinoamericana sobre el estado de las regiones áridas".** Edit. Equ ida-pie.
2. COMITE PRO FORESTACION, 1970. **"Por la supervivencia del Arbol".** El Comité pro Forestación de las Lomas de Lachay, Perú.
3. COTTAN, G. y CURTIS, J. **"Plan Ecology".** Edit. Burgess, Publishing. Company Minneapolis 15. pp. 66-95.
4. COX, G.W. **"General Ecology"** Edit. Wn.C. Brown Company publishers Dubuque lowa. pp.32-47.
5. ENGEL, F. 1970. **"Las Lomas de Iguanil y el Complejo de Haldas"** Departamento de Publicaciones UNA. Lima, pp.5-14.
6. FAO. **"Inventario de los Estudios y Disponibilidad de los recursos Forestales del Perú.** Segunda aproximación 1972; FAO/UNDP 116.
7. FERREYRA, R. 1953. **"Las Comunidades Vegetales de Algunas Lomas Costaneras del Perú".** Estación Experimental Agrícola de La Molina. Boletín No. 53. Lima. pp. 11-13.
8. KOEPCKE, M. 1954. **"Corte ecológico transversal en los Andes del Perú Central con especial consideración de las aves"** Edit. Museo de Historia Natural. Lima.
9. MALLEUX, O. 1971. **"Manual de Dasometría".** Proyecto FAO/UNDP 116; Publicaciones UNA. Departamento de Manejo Forestal. Lima.
10. MATTEUCCI, D.S. **y** COLMA, A. 1982. **"Metodología para el estudio de la vegetación".** Edit. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos.
11. MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1981. **"Inventario Forestal del Bosque Seco del Norte Tumbes-Piura-Lairtbayeque".**
12. MUJICA, R. 1972. **"Oceanografía del mar peruano".** Edit. Ausonia.
13. -MURO, Z., M.S. 1980. **"Identificación de áreas de recepción de humedad de neblina mediante fotointer-pretación".** Tesis. UNA.
14. ONERN - PERU. 1969. **"Evaluación y uso racional de los recursos de la Costa; Valle de ChancayHuaral".** Lima.
15. SAITO DIAZ, C.S. 1976. **"Bases para el establecimiento y manejo de una Unidad de Conservación en las Lomas de Lachay".** Tesis UNA. Lima.
16. TORRES GUEVARA, J. 1981. **"Productividad Primaria y Cuantif icación de los factores Ecológicos que la determinan en las Lomas Costaneras del Centro del Perú.** Tesis UNA. Lima.
17. WEBERBAUER, A. 1945. **"El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos". Estudio Fitogeográfico;** Dirección de Agricultura. Edit. Lumen, Lima.

El Muestreo Como Alternativa Para Evaluar Poblado nes de Vicuñas en Pampa Galeras

Edgar Sánchez I[*]

RESUMEN

Después de haberse empleado durante mucho tiempo el conteo total como método para evaluar la población de vicuñas en Pampas Galeras (Ayacucho, Perú), se ensayó el muestreo.

Se encontró que un diseño muestra/ estratificado, considerando cada Puesto de Manejo como un estrato, permite reducir los costos operativos de la evaluación en un 50 o/o, produciendo estimados con suficiente precisión: Límites de Confianza iguales a ± 10 o/o del parámetro estimado. La af¡¡ación de la muestra en cada estrato se hizo usando el criterio de la a fijación óptima, pues generaba errores standard algo menores que la afíjación proporcional.

Aún cuando las unidades muéstrales son de distinto tamaño, no se puede hacer un uso extensivo de los estimadores de razón, pues no siempre la correlación entre el tamaño de la unidad muestra/ y el número de vicuñas que contiene, es lo suficientemente alta como para producir ganancias de precisión. Esto último parece ser consecuencia de que las vicuñas no muestran una distribución uniforme en el terreno que ocupan.

SUMMARY

Total counts were always used in the evaluation of vicuña popu-lation in Pampa Galeras (Ayacucho, Perú). Nevertheless, sampling techniques has begun to be used.

Stratified sampling design, using the áreas of each guard postas strata, reduces the operation costs to half of their original valué. This sampling design gives estimates sufficiently precise; so, they have Confidence Limits no greater than ± 10 o/o of their own valué. Optimum allocation was used to distribute the total sample size in the different strata, because it generates standard errors smaller than the Proportional allocation.

Although the sampling units are different in size, the ratio estimates (y/x y = animáis number, x = size of the sampling unit) can not be extensively used because the yx correlation isn't always significant. So, many times the ratio estimates generates standard errors greater than the simple estimates. It seems that this isa con-sequence of the unequal ocupation of vicuñas of their distribution área.

I. INTRODUCCION

La evaluación de la población de vicuñas en Pampa Galeras se hizo tra-dicionalmente mediante el conteo total, habiéndose perfeccionado sucesivamente su técnica hasta llegar en 1980 a realizar un mapeo completo.

Sin embargo, la sucesiva ampliación del ámbito de trabajo desde a-proximadamenté 6500 Ha en 1968 hasta más de medio millón en 1980, implicó que cada vez se necesitara dedicar mayores recursos económicos, humanos y de tiempo a este operativo.

Esta situación llevó a pensar en alguna alternativa al conteo total que permitiese rebajar los costos operativos de la evaluación y reducir el tiempo y el personal dedicados a la misma. La necesidad de esta alternativa se hace más patente al considerar que fuera de Pampa Galeras existen áreas con vicuñas cuya superficie es mucho mayor. Así por ejemplo, en el departamento de Puno existen más de un millón de hectáreas que poseen vicuñas y que deben ser evaluadas. La situación es semejante en el departamento de Junín.

El muestreo como alternativa fue propuesto en principio por la Comisión UICN - WWF (Norton - Griffiths, Torres, 1980) que evaluó el censo terrestre desarrollado en Pampa Galeras.

Siguiendo las recomendaciones de la citada Comisión y utilizando la información del conteo total desarrollado en 1980 se analizaron las posibilidades de emplear el muestreo en Galeras, informándose de los resultados en el presente trabajo.

Los objetivos del mismo fueron:

— Calcular los tamaños de muestra necesarios para obtener una preci-sición tal que los límites de confianza del parámetro estimado —media o total— sean menores o ¡guales al 10 o/o de sí mismo.

— Comparar las dos estrategias de muestreo sugeridas por la Comisión UICN - WWF: Muestreo por Puestos y Muestreo por Sectores, evaluando sus ventajas y desventajas.

Analizar la factibilidad de emplear un diseño muestral estratificado usando los Puestos como estratos. — Comparar la precisión lograda con un estimador simple con la correspondiente a un estimador de razón del tipo "y/x" donde: "y" = número de vicuñas de una unidad muestral, = superficie de la misma unidaj muestral.

Los resultados obtenidos se usaron para llevar a cabo un muestreo en 1981 en la denominada Zona de Influencia de Pampa Galeras (442411 Ha) de cuyos resultados también se informa en el presente trabajo.

Las particularidades del comportamiento y la organización social de las vicuñas, especialmente la territorialidad, y sus implicancias en la ejecución de las labores de.censo han sido abordadas por Hofmann y Otte (1977). Además, tanto los Planes Operativos (Hoces, 1980; Sánchez, Hoces, 1981) como los informes finales de los censos anuales realizados en Galeras (Brack, Hoces, Sotelo, 1981; Hoces, Sánchez, 1981) detallan las acciones a realizar tanto en la planificación como en la ejecución de los mismos.

//. MATERIALES Y METODOS

2.1 Area de Trabajo

El Subproyecto Pampa Galeras tiene una superficie total de 516,137 hectáreas ubicadas en el departamento de Ayacucho Fig. 1. Está dividido, por razones de trabajo, en dos Zonas: La Zona Nuclear que comprende la Reserva Nacional de Pampa Galeras y los Puestos de Manejo de Jassu y Ayhua-marca extendiéndose sobre un total de 73,726 Ha; y la Zona de Influencia que se extiende sobre 442,411 Ha y comprende 9 Puestos de Manejo agrupados en dos sectores: Sector Cóndor-cocha y Sector Huanacopampa. Se encuentra por completo en la Región Eco-zoogeográfica denominada Puna y Altos Andes (Brack, 1976).

En principio, la alternativa del muestreo se evaluó en la Zona de Influencia, ya que su extensión relativamente grande hacía necesario emplear técnicas que permitiesen reducir la cantidad de recursos económicos y humanos destinados a su evaluación. Por su parte, en la Zona Nuclear el conteo total no se presenta como alternativa viable pues a más de ser relativamente pequeña y accesible, es posible calcular la precisión del operativo mediante un recenso como ya se hizo anteriormente (Hoces, Sánchez, 1981).

Debe mencionarse, que cada puesto de manejo está conformado por un número determinado de *sitios,* los mismos que se han utilizado como unidades muéstrales constituyendo su relación el marco muestral. El *sitio,* que viene a ser la unidad mínima de conteo, está constituido por unidades topográficas tales como pequeños valles o laderas delimitadas por accidentes de preferencia naturales —quebradas o crestas de cerros— que se constituyen en barreras que dificultan los movimientos de las vicuñas, lográndose con esto que el número de vicuñas en cada sitio sea relativamente estable. Cada sitio así definido, corresponde un tanto a lo que en ocasiones se denominó "parcela" (Hofmann, Otto, 1977).

Cada sitio tiene un nombre y un número y además se encuentra debidamente mapeado (escala 1/25,000) lo que permite identificarlo en el campo (Fig. 2).

Como anteriormente se dijo, el muestreo se ensayó para la Zona de Influencia. En la Tabla No. 1 se proporciona la información de número, nombre y extensión de Puestos de Manejo por Sector así como el número de sitios por Puesto para la Zona de In-[c]luencia.

2.2 Operaciones de Campo

Las operaciones de campo que se usaron para realizar el muestreo son en esencia semejantes a las de un conteo total. Se ubica cada sitio en el campo mediante los mapas, y se procede a contar todas las vicuñas del mismo, registrando la información en formatos ya establecidos. Para esta operación se cuenta con binoculares 8 x 30.

Las diferencia fundamental está en que en el muestreo no se evalúan todos los sitios sino sólo una parte de ellos, los mismos que se seleccionaron al azar como se detalla más adelante.

2.3 Operaciones de Gabinete

Contándose con la información del Conteo total con mapeo realizado en 1980, se usó ésta para la evaluación de los distintos diseños muéstrales, así como para la planificación del Muestreo desarrollado en 1981; incluyendo la fase de campo de toma de datos.

Es conveniente señalar, que el presente trabajo concierne sólo a la precisión de los diseños y/o estimadores, de modo que en ningún caso se hace especial referencia a la exactitud de los mismos; aún cuando existen algunos ejemplos sobre evaluación de exactitud de diseños muéstrales (Be "yman, 1968).

No se optó por desarrollar este trabajo porque parece ser muy probable que el muestreo tenga el mismo sesgo que el conteo total tradicional —pues el método de conteo es básicamente el mismo— existiendo para el conteo total una aproximación preliminar a su exactitud (Norton - Griffiths, Torres, 1980) indicándose que ésta es satisfactoria aún cuando podría haber una tendencia a subestimar. En todo caso, se buscó que se eliminen las fuentes de errores sistemáticos (generadores de inexactitud) derivadas de los contadores de los respectivos equipos de censo. Los resultados de está "evaluación de los contadores" mostraron que no había diferencias significativas entre los tres contadores seleccionados para participar en el muestreo (Hoces, Sánchez, 1981).

2.3.1. Cálculo de Tamaños de Muestra

Se trata de calcular cuál es el tamaño de muestra (n) apropiado para obtener la precisión deseada (expresada como amplitud del intervalo de confianza) para un Nivel de Confianza prefijado. La expresión usada para el cálculo de los Límites de Confianza es:

$$(1) \quad L.C. = \pm Z\, Se_{\bar{y}}$$

donde:
L.C. = Límites de confianza.
Z = valor de la distribución normal standard para el nivle de confianza deseado.
$Se_{\bar{y}}$ = Error standar de la media.

$$(2) \quad Se_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

donde:
S = Desviación standard
n = Tamaño de Muestra.

Asumiendo que la distribución de la población sea normal se llega a la siguiente expresión para el tamaño de muestra (Cochran, 1980)

$$(3) \quad n = \left[\frac{Z\,S}{d}\right]^2$$

donde:
d = valor deseado para el intervalo de confianza.

Esta aproximación es válida como ya se dijo, sólo para valores de "n" superiores a 30 unidades muéstrales pues emplea la distribución normal standard (Z) y para poblaciones muy grandes no considera al factor de corrección por población finita (c.p.f.). Estas condiciones no siempre se cumplen con poblaciones de vicuñas por lo que esta aproximación es de valor restringido.

Cochran (1980), considera el caso de poblaciones finitas, derivando una fórmula para "n" a partir de la expresión correspondiente al error standard para el muestreo de poblaciones finitas:

$$(4)\quad Se_{\bar{y}} = \left(\sqrt{\frac{S^2}{n}}\right)\left(\sqrt{\frac{N-n}{N}}\right)$$

donde:

N = Número de Unidades Muestrales en la población.

n = Número de Unidades Muestrales en la muestra.

Como que la expresión analítica para "n" es un tanto compleja, el referido autor recomienda calcular "n" en dos fases:

$$(5)\quad n_o = \frac{Z^2 S^2}{d^2} \qquad n_o = \text{valor preliminar para n}$$

$$n = \frac{n_o}{1 + (n_o / N)} \qquad n = \text{valor definitivo}$$

Este procedimiento es el mismo que recomienda Freese (1978). Sin embargo, como lo menciona Eberhardt (1978), cuando el tamaño esperado de "n" es menor de 30 no se puede usar el valor de Z (distribución normal); debiéndose usar una distribución de "t" de Student en lugar de Z. Ahora bien, como los valores de "t" dependen de los grados de libertad (n—1) valor éste que no conocemos pues no conocemos "n", se tiene que optar por una solución iterativa.
Norton-Griffiths y Torres (1980) utilizan una alternativa a la solución iterativa. En efecto, calculan valores de "n" no para obtener directamente valores para el intervalo de confianza, sino para obtener determinados valores del error standard a partir de los cuales y en un siguiente momento calculan intervalos de confianza.

A modo de aproximación se puede considerar que el valor de "Z" en la expresión (1) es muy cercano a 2 para un nivel de confianza de 95 o/o, de manera que si se desean Límites de Confianza menores o iguales al 10 o/o de la media, ésto equivaldría a calcular un valor de "n" para que el error standard "Se sea menor o igual al 5 o/o de la media.

Así, de (4) se tiene:

$$(7)\quad n = \frac{N S^2}{V N + S^2}$$

donde V = Cuadrado del Máximo valor permitido para el Error standar de la media.

En general, se ha trabaj-ado con Niveles de Confianza de 95 o/o.

Hay un problema en el cálculo de "n", derivado del hecho de que existe más de una variable a estimar en cada caso. Así, además de estimar el promedio de vicuñas por sitio en un sector (o el total correspondiente), se necesita estimar la composición de ese total; es decir, cuantos machos, hembras, crías, machos de tropillas y solitarios integran ese total. Esto aumenta el número de variables a estimar. Por esto, se ha considerado que la variable "número de vicuñas por sitio" es la principal, usando sus promedios y va-rianzas para el cálculo de los tamaños de muestra. En general, la correlación entre esta variable y las otras derivadas de la población de vicuñas es suficientemente alta, de modo que los tamaños de muestra requeridos por todas las variables son muy semejantes.

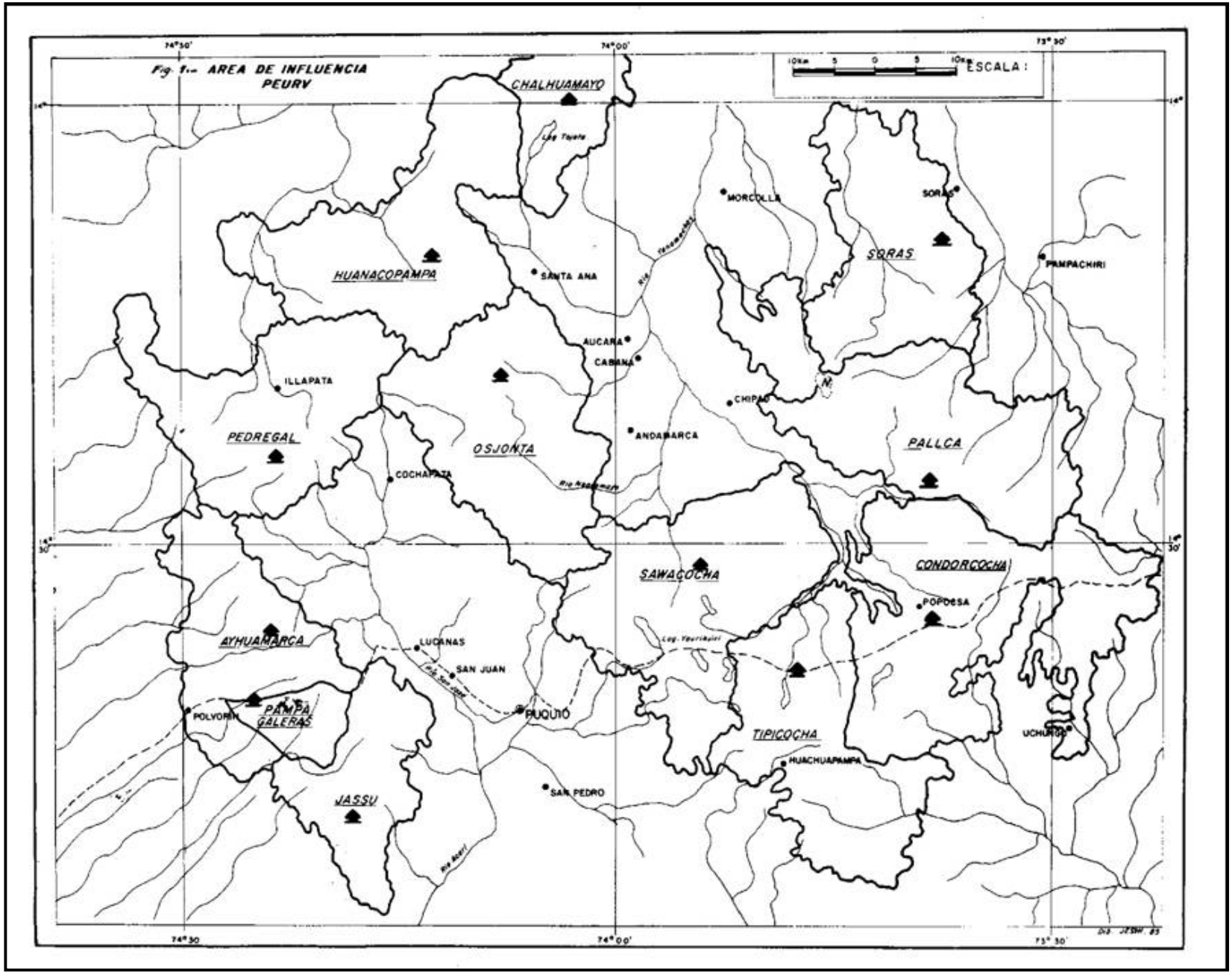
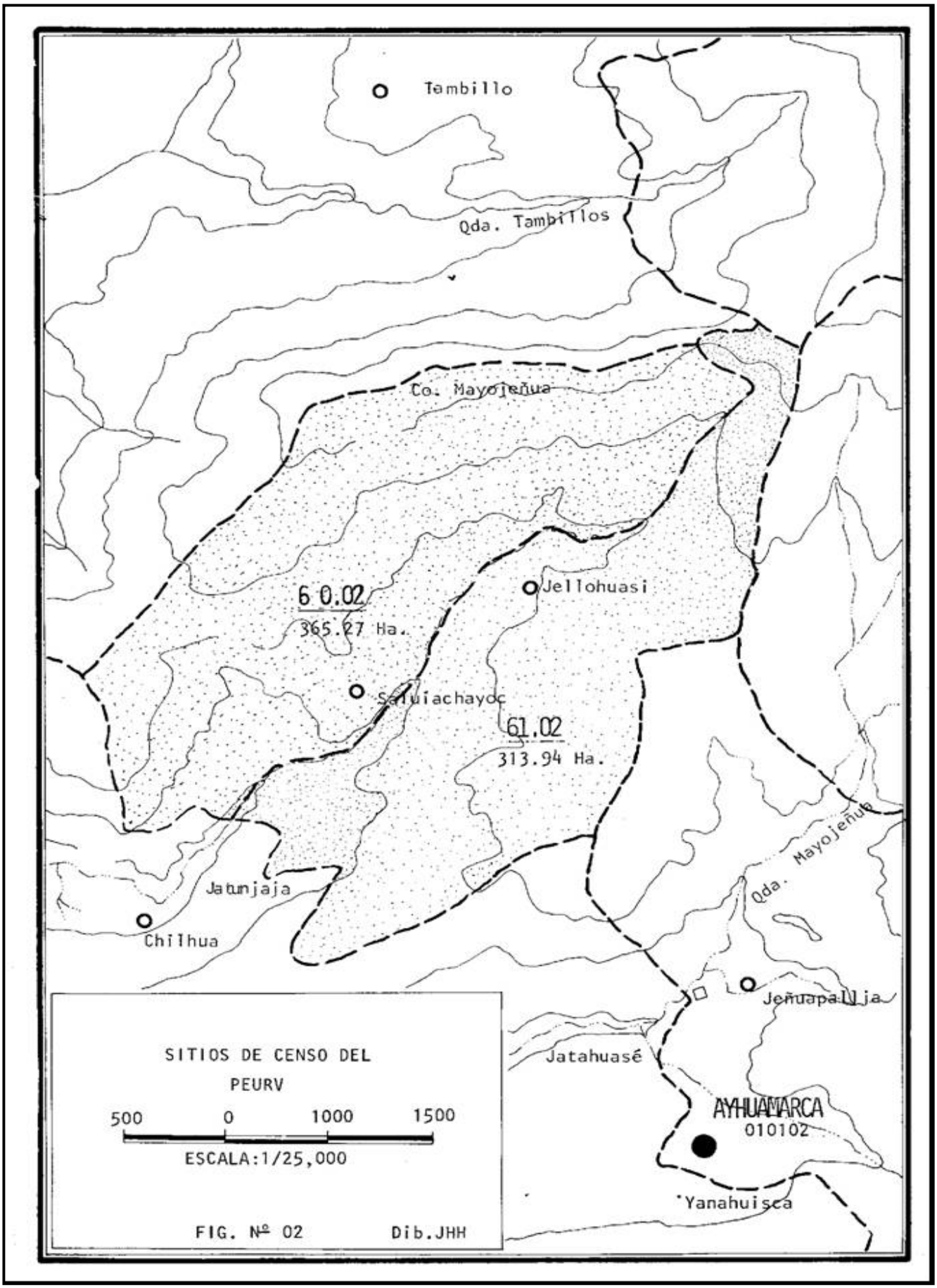


Fig. 1.- AREA DE INFLUENCIA
PEURV
ESCALA :
74°30'
74°00'
73°30'
14°
14°30'
CHALHUAMAYO
HUANACOPAMPA
SANTA ANA
MORCOLLA
SORAS
PAMPACHIRI
AUCARA
CABANA
ILLAPATA
CHIPAO
PEDREGAL
OSJONTA
ANDAMARCA
PALLCA
COCHAPATA
SAWACOCHA
CONDORCOCHA
POPOESA
AYHUAMARCA
LUCANAS
SAN JUAN
PAMPA GALERAS
POLVORIN
PUQUIO
TIPICOCHA
UCHURO
HUACHUAPAMPA
SAN PEDRO
JASSU


Tambillo
Qda. Tambillos
Co. Mayojeñua
60.02
365.27 Ha.
Jellohuasi
Salluiachayoc
61.02
313.94 Ha.
Jatunjaja
Chilhua
Qda. Mayojeñua
Jeñuapallja
Jatahuasé
AYHUAMARCA
010102
Yanahuisca
SITIOS DE CENSO DEL
PEURV
500 0 1000 1500
ESCALA:1/25,000
FIG. Nº 02 Dib.JHH

2.3.2. Comparación de Diseños

El criterio que se ha usado para comparar los diseños entre sí, ha sido la comparación de sus errores standard respectivos para un tamaño de muestra constante. Como alternativa, se usó la comparación de tamaños de muestra requeridos por cada diseño, para una precisión dada —expresada como intervalo de confianza—. Se entiende que entre dos diseños dados, será mejor aquel que de menores errores standard para un mismo tamaño de muestra.

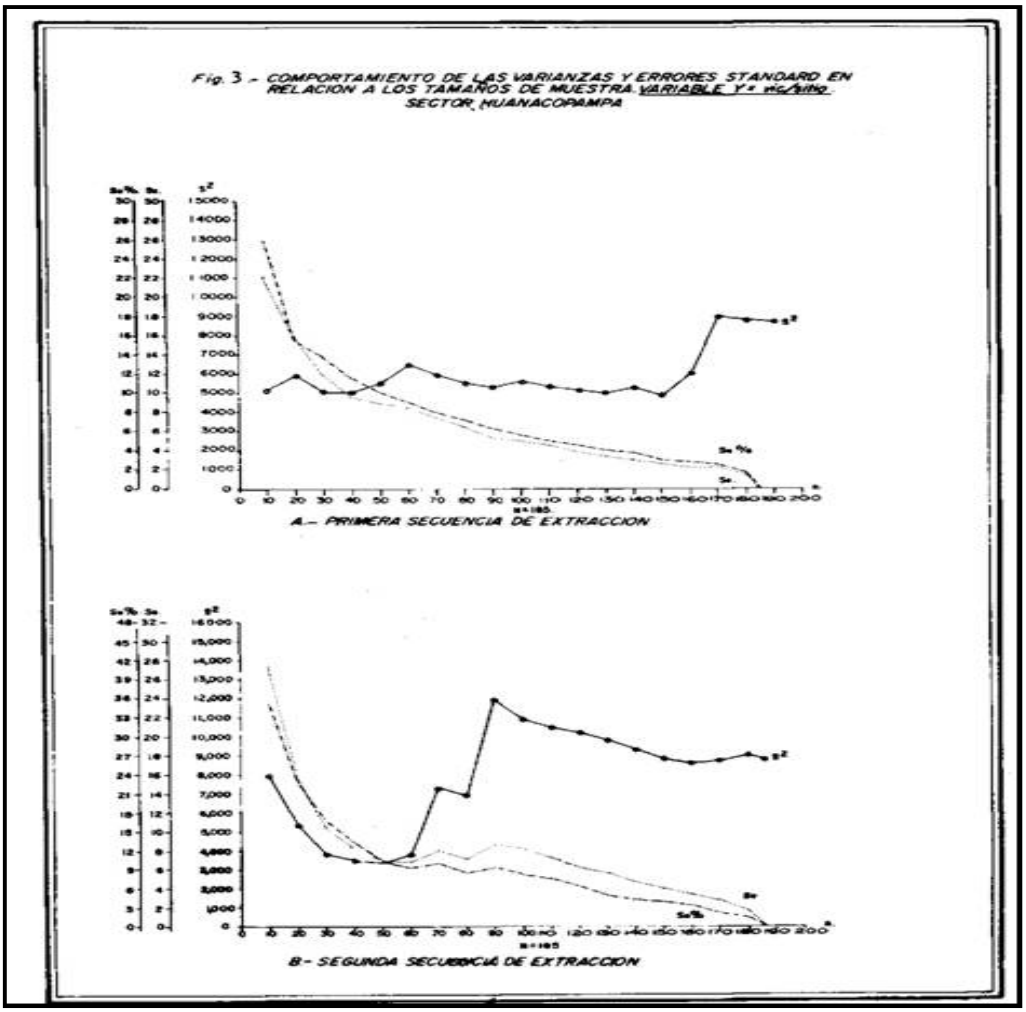
Este mecanismo se siguió tanto al comparar diseños distintos como cuando se compararon variantes de un mismo diseño. Este último caso se presentó al comparar las afijaciones proporcional y óptima en el muestreo estratificado.

2.3.3 Comparación de tipos de Estimador

En principio, se tienen dos tipos de estimadores que se pueden usar para estimar el número de vicuñas por sitio. El primero de ellos, es el estimador simple tal como se estuvo viendo hasta ahora. El segundo, es el estimador de razón en el que no se trabaja sólo con una variable sino con dos bajo la forma y/x. Este tipo de estimador fue sugerido por Norton-Griffths y Torres (1980) considerando que los sitios son de distinto tamaño.

Para evaluar la utilidad de cada estimador, se los comparó usando en principio el mismo criterio ya establecido; es decir, comparando los errores standard que dan para un tamaño de muestra fijo de antemano.

Se analizaron además, los valores del coeficiente de correlación entre "x" e "y" para varios puestos, pues de esto depende la ganancia en precisión que puede dar un estimador de razón



RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Varianzas y Errores Standard

El comportamiento del error standard de una media o un total en relación al tamaño de muestra ha sido descrita, entre otros, por Norton-Griffths (1978). En general, se tiene una disminución del error standard conforme aumenta el tamaño de muestra. Esta disminución, que es explicable tanto a partir de la ecuación (2) como de la ec. (4), es en principio notable disminuyendo posteriormente de modo progresivo, hasta que superado cierto punto crítico, cualquier incremento del tamaño de muestra no reporta beneficio apreciable; es decir, no se nota una disminución sustantiva del error standard.

Este comportamiento también se da en el caso de poblaciones de vicuñas. Para probarlo, se utilizaron los datos de la variable vicuñas/sitio del Sector Huanacopampa obtenidos en el conteo total de 1980.

Sobre un total de 185 unidades muéstrales (sitios) en todo el sector referido, se procedió a extraer muestras de tamaño sucesivamente mayor desde n = 10 hasta n = N, computándose el valor de la varianza y error standard, expresado también como porcentaje de la media, correspondientes a cada tamaño de muestra. Los resultados se muestran en la Fig. No. 3 (A y B). En ambos casos, se puede notar el comportamiento aludido; pudiéndose notar además, que el mismo es relativamente independiente del comportamiento de la varianza. En e-tecto, al comparar la Fig. A con la B se nota que la varianza fluctúa de modo distinto, a pesar de que el error standard especialmente si está expresado como porcentaje de la media —tiene básicamente el mismo comportamiento—. De esto, podría derivarse que el error standard depende más de "n" que de la varianza y por lo tanto aún cuando no se tengan estimados muy precisos de la varianza, el error en que se incurra al calcular los tamaños de muestra no sería muy grande, siendo éste resultado útil especialmente en lugares en los que por no tener información previa acerca de las va-rianzas, no sea posible hacer más que estimaciones aproximadas. En esta categoría caen prácticamente todos los lugares que tienen vicuñas fuera de Pampa Galeras.

Al respecto, Freese (1978) menciona el problema de la estimación de la varianza dando entre las alternativas para su solución: la suposición de un valor para la misma en base a los co-nocimientos que se tengan de la población a evaluar o la realización de un premuestreo para obtener un estimado previo de la varianza. Esta última alternativa discutida en mayor detalle por Cochran (1980) bajo la modalidad de muestreo en dos fases, es la que probablemente sea la más aplicable a las poblaciones de vicuñas fuera de Galeras.

3.2 Medias y Variarte ¡as por Puestos, Sectores y la Zona de Influencia en su Conjunto

Utilizando los datos del Conteo Total realizado en 1980, se procedió a calcular los valores de las medias, va-riancias y coeficientes de variabilidad por Puesto de Manejo (Tabla No. 2), por Sectores (Tabla No. 3) y para la Zona de Influencia en su conjunto (Tabla No. 4); en todos los casos la variable en estudio es "y = número de vicuñas/sitio".

De otro lado, se consignan sólo los valores de variancias y medias más no de totales, pues éstos son calculables a partir de la información proporcionada (Y = Ny).

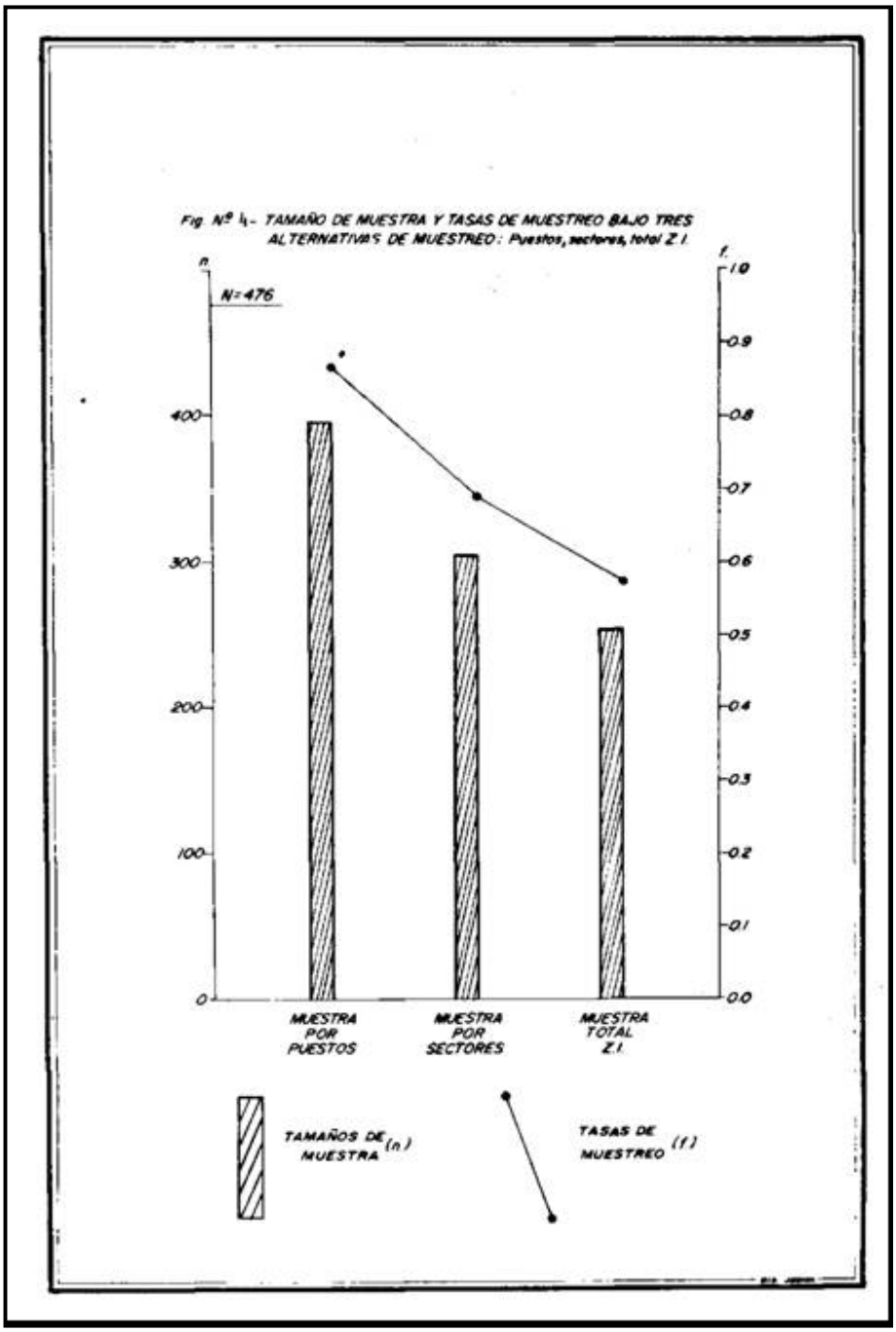
En relación a los Coeficientes de variabilidad (C.V.), es interesante notar que en general tienen su valor más bajo al tratarse de Puestos, aumentando al pasar a Sectores y creciendo más aún al considerar toda la Zona de Influencia. Esto significa que la Zona de Influencia en su conjunto, es más variable que cualquiera de los Sectores que contiene y éstos a su vez son más variables que sus correspondientes Puestos.

Ahora bien, cualquier sistema que agrupe sitios homogéneos —es decir con un número de vicuñas/sitio muy similar entre ellos-disminuirá la variabilidad al interior de cada uno de estos grupos; siendo por tanto, inferior a la variabilidad global. Se cumple entonces la condición ideal para la estratificación, constituyéndose cada grupo en estrato. De este modo, el comportamiento de los C.V. nos indica que es posible emplear a los Puestos de Manejo con fines de estratificación

3.3 Diseño Muestral: Muestreo por Puestos y Muestreo por Sectores

Al hacer el análisis del Censo en Pampa Galeras, Norton-Griffths y Torres (1980) plantean la ¡mplementa-cón de un sistema de muestreo. Los referidos autores, ensayaron dos alternativas: Muestreo independiente al interior de cada Puesto y Muestreo al interior dejos Sectores —ignoran-do los Puestos que contienen—. Calcularon tamaños de muestra y encontraron tasas de muestreo alrededor del 50 o/o para ambos casos, concluyendo que es conveniente emplear el muestreo por Puestos pues da más información y con mayor precisión.

Los mencionados autores usaron —para su simulación muestral— los datos del censo 1979, recomendando se repita el ejercicio con los resultados del censo 1980. Se ha seguido esta recomendación encontrando resultados un tanto diferentes como se menciona a continuación.



En principio, se evaluaron no sólo las dos alternativas planteadas sino también una tercera que ignora a los Puestos y a los Sectores, considerando a toda la Zona de Influencia como una sola unidad.

Utilizando la información de medias y variancias de las Tablas Nos. 2, 3 y 4 se procedió a calcular los tamaños de muestra utilizando la expresión (4), buscando en todos los casos que el error standard de la media sea menor o igual al 5 o/o de sí misma; es decir, satisfaciendo:

$$(8) \quad Se_{\bar{y}} \leq \bar{Y}\,(0.05)$$

Además de calcular el tamaño de muestra apropiado (n), también se calculó la tasa de muestreo correspondiente (f = n/N); habiéndose obtenido los resultados que se muestran en las tablas Nos. 5, 6, 7 y 8. El Muestreo por Puestos genera tasas de muestreo que en ningún caso son menores a 78 o/o, obteniéndose una media ponderada de 83.57 o/o. Al pasar al muestreo por sectores, la situación mejora ya que la media ponderada de las tasas de muestreo baja de 64.29 o/o; si finalmente se considera a toda la Zona de Influencia como una unidad que no diferencia entre sectores o Puestos, la tasa de muestreo alcanza su mínimo valor (53.58 o/o).

En términos prácticos no conviene realizar un muestreo que requiera tasas superiores al 80 o/o —como es el caso del muestreo por Puestos—, pues no contribuye significativamente a una reducción de los costos. En el lado contrario, el tomar a toda la Z.I. como una sola unidad genera tasas que prácticamente reducen los costos operativos a la mitad.

Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Norton-Griffiths y Torres (1980).

Es posible explicar y apreciar en la Fig. No. 4 el comportamiento de las tasas de muestreo. Si se recuerda, —como se muestra (Fig. No. 3)— que superado cierto tamaño de muestra, el error standard prácticamente se hace constante; salvo el caso en que se de n = N, situación en que automáticamente se hace cero. Esto significa que a partir de ese punto, lGs-<amaños de muestra requeridos para una precisión dada se hacen prácticamente constantes. En estas circunstancias, si el universo o marco muestral del que se extrae "n" crece, la tasa de muestreo "f" decrece. Es decir, mientras más grande sea el marco muestral, menor será la tasa de muestreo, resultado obvio si se recuerda que f = n/N.

Esto es lo que sucede al pasar del Muestreo de Puestos —con valores de "N" para cada Puesto relativamente pequeños— al Muestreo de sectores y más aún si se toma a toda la Z.I. en su conjunto, en cuyo caso "N" es sustan-cialmente mayor. Este comportamiento se presenta, no obstante la variabilidad de toda la Z.I. es mayor que la variabilidad al interior de cada Puesto (Tablas Nos. 2, 3 y 4).

Lógicamente, tasas de muestreo menores significan mayor ahorro a nivel de Costos, por lo que constituyen una situación deseable.

Por tanto y en base a estos resultados, sería recomendable optar por una estrategia de muestreo que considere a toda la Z.I. como una unidad; ya que sólo esta alternativa, disminuye lo suficiente los costos operativos como para hacer viable el muestreo.

3.4 Estratificación

3.4.1 Generalidades

Como se vio en la Sección 3.2 el comportamiento de los Coeficientes de variabilidad' a nivel de Puestos de Manejo, sugeriría que éstos podrían ser usados para desarrollar un Plan de estratificación. En efecto, todo indicaba que la variabilidad al interior de los Puestos era menor que la variabilidad global de todo el Sector. Al respecto y en relación a la construcción de estratos para muestrear poblaciones de En-chytraeidos, Abrahamsen (1969), comenta: "... el tamaño de los estratos debería ser ajustado para hacer que el cuadrado medio entre estratos, exceda al cuadrado medio al interior de los mismos Esta condición es satisfecha por los Puestos de Manejo.

Por lo demás, esto es un indicador de que la homogeneidad de cada estrato servirá para disminuir los errores standard de los estimados, siendo esto —en última instancia— el objetivo de toda estratificación. En efecto, Berry- » man (1968), encuentra una mejora sustancial de la precisión, al recurrir a la estratificación en el muestreo de Scolytidos en lugar de usar el muestreo aleatorio simple.

Cochran (1980), explica que un muestreo estratificado producirá ganancias en precisión si los estratos son homogéneos internamente, pues de lo contrario podría no haber ganancia y sí más bien incremento del error. Esta misma recomendación la hace Norton-Griffiths (1978), al referirse al conteo de grandes animales.

Se ha visto que los Puestos satisfacen esta condición, aún cuando en su delimitación se habían empleado criterios geográficos —fundamentalmente referidos a facilidades logísticas y estratégicas para la vigilancia y no precisamente un criterio de homogeneidad estadística interna. Debe mencionarse, que estos límites se comenzaron afijar algunos en 1974 ó 1975 y recién se comenzó a pensar en el muestreo en 1980. Por lo tanto, los Puestos sonestratos geográficos antes que estratos matemáticos. Más adelante, se amplía, este comentario.

Cuando en 1981 se comenzó la im-plementación del muestreo, se buscó de trabajar con un universo lo más grande posible para obtener tasas de muestreo bajas. Se hubiese podido trabajar con la Zona de Influencia en su conjunto, pero se quería tener información suficientemente precisa (Límites de Confianza < 10 o/o del estimado) a nivel de Sector; deseándose además, obtener al menos una idea del estado de la población en cada Puesto.

Por lo tanto, se recurrió a emplear un diseño estratificado con un cálculo de tamaño de muestra para la precisión deseada a nivel de Sector; procedién-dose luego, a distribuir —afijar— esta muestra entre todos los Puestos — Estratos. En la afijación de la muestra se presentaron situaciones que a continuación se discuten.

3.4.2 Afijación en los Estratos

En principio, al tratar de este aspecto se presentan dos alternativas: la afijación proporcional y la afijación óptima, aún cuando Freese (1978), menciona la afijación igual y la afija-cón proporcional al valor estimado como alternativas complementarias.

Tanto este autor como el U.S. Bureau of Census, definen la afijación proporcional, como aquella en la que el tamaño de muestra para un estrato dado es proporcional a su tamaño. Así, si "n" es el tamaño de muestra total, al estrato *"i"* le corresponde un tamaño de muestra "nj" definido por:

$$(8)\quad n_i = \left(\frac{N_i}{N}\right) n$$

N_i = tamaño del estrato i
$N = \Sigma N_i$
n = tamaño de muestra total.

Puede verse, que estratos más grandes recibirán un tamaño de muestra más grande, en tanto, que los más pequeños recibirán una cuota más pequeña de la muestra total. La ventaja de este tipo de afijación, es la relativa sencillez de los cálculos necesarios para evaluar tanto la media como su error standard. En efecto, la media general es simplemente una media ponderada en tanto que el error standard viene dado por la siguiente expresión (U.S. Bureau of Census):

$$(9)\quad Se\ \bar{y} = \sqrt{\left(\frac{N-n}{Nn_i}\right)\left(\frac{1}{N}\ \Sigma N_i S_i^2\right)}$$

De otro lado, se tiene la Afijación Optima —llamada también de Nev-man— que distribuye la muestra en cada estrato en función no sólo a su tamaño sino también a su varianza, de modo que serán más intensamente muestreados los estratos más grandes y más variables. Esta afijación fue desarrollada —como lo señala Cochran (1980)— para minimizar el error Standard de la media estimada y teóricamente da errores standard más pequeños, que la afijación proporcional, especialmente cuando la estratificación está bien hecha —en términos de homo-geneidad interna— y cuando las varian-zas difieren sensiblemente entre los estratos.

Como una aproximación a esta afijación Norton-Griffiths (1978), recomienda que dado que normalmente existe asociación entre la media de un estrato y su correspondiente varianza, la afijación en cada estrato debería hacerse proporcional a la media del mismo.

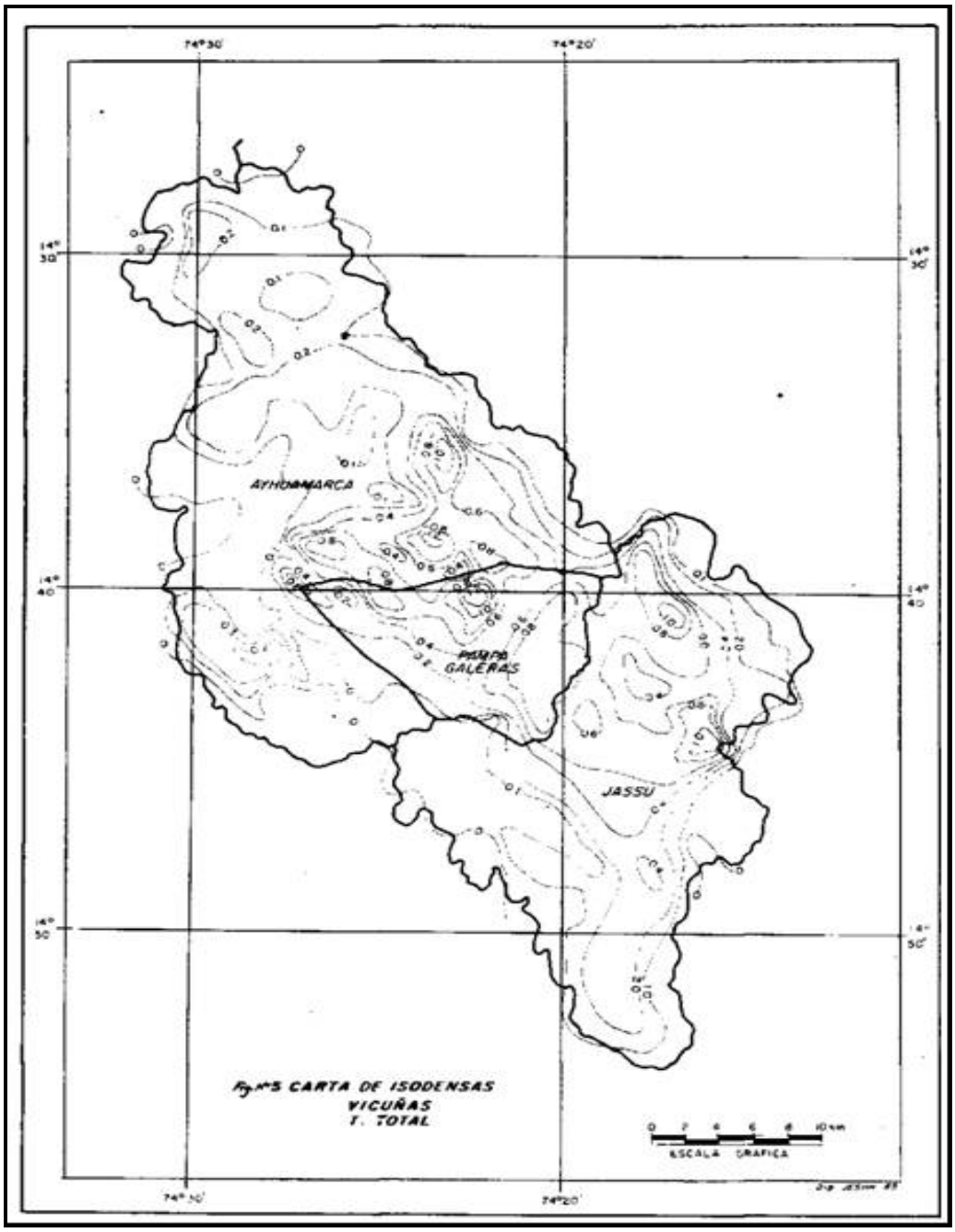
En la afijación óptima, el tamaño de muestra correspondiente a cada estrato está dado por:

$$(10)\quad n_i = \left(\frac{S_i\ N_i}{\Sigma S_i N_i}\right) n$$

donde: N_i = tamaño del estrato i
S_i = Desviación standard del estrato i
n = tamaño total de muestra
n_i = tamaño de muestra para el estrato i.

Además, la expresión para el cálculo del error standard de la media es la siguiente (U.S. Bureau of Census):

$$(11)\quad Se\ \bar{y} = \sqrt{\frac{1}{n}\left(\frac{\Sigma N_i S_i}{N}\right)^2 - \frac{\Sigma N_i S_i^2}{N^2}}$$



Se procedió a probar los dos tipos de afijación en cada Sector, evaluándose luego sus errores standard respectivos.

El tamaño de muestra correspondiente a cada Puesto bajo las dos alternativas de afijación se da en las Tablas Nos. 9 y 10, notándose que tanto en Condorcocha como en Huanacopam-pa, existen diferencias marcadas entre ambas. El tamaño total de muestra de cada Sector fue determinado previamente y con la información correspondiente al Sector como unidad.

Se procedió luego, al cálculo de los errores standard correspondientes a las dos alternativas de afijación usando las expresiones (9) y (11), obteniéndose los resultados de la Tabla No. 11.

En ambos sectores, el error Standar Optimo es inferior al Proporcional; siendo la magnitud del primero, hasta un 23 o/o menor que el segundo. Por lo tanto, puede decirse que la afijación óptima produce errores standard suficientemente más pequeños que la afijación proporcional, como para justificar su uso cuando se recurra a la estratificación usando a los Puestos como estratos.

Este resultado, es consecuencia de la gran diferencia que existe entre las variancias de cada Puesto como puede apreciarse en la Tabla No. 2. Esta diferencia es tan grande que no puede considerarse que haya homogeneidad entre ellas.

De este modo, la variabilidad al interior de los Puestos varía tanto que necesariamente debe considerársele al tratar el problema de la afijación.

3.4.3 ***Construcción de Estratos sobre base no Geográfica***

Como anteriormente se dijo, se usaron los Puestos como .estratos, pues eran entidades ya dadas que podían aprovecharse si bien no habían sido construidos ni delimitados con fines de muestreo.

Sin embargo, al margen del criterio geográfico sería posible que dada una distribución de frecuencia de la variable y = vicuñas/sitio, se pueaa construir estratos que sobre una base matemática minimicen la magnitud del error standard.

Cochran (1980), analiza el problema de minimizar la expresión correspondiente al error standard de la media con afijación óptima. Describe algunas alternativas a usar, citando los métodos desarrollados por Dalenius y Hodges (1959), Sethi (1963), Ekman (1959) entre otros. Desarrolla con más detalle, la alternativa de Dalenius y Hodges, habiendo sido ésta la metodología seguida para el análisis de los datos de vicuñas. En su aspecto práctico, implica construir la distribución de frecuencia f (y) de la variable en estudio, construyendo luego la cumulativa de $\sqrt{}$ f(y) usándose esta escala para calcular tantos intervalos iguales en amplitud como estratos se desee. Con los estratos así construidos se logra minimizar el error standard de la media.

Siguiendo esta secuencia, se construyeron estratos tanto en Huanaco-pampa como en Condorcocha evaluando luego la precisión lograda contra la obtenida al usar los Puestos como estratos. Se muestra un ejemplo de esta construcción de estratos en la Tabla No. 12. Al obtenerse los límites para estratos, éstos se hallan en "vicuñas/sitio"; sin embargo, para poder apreciar la distribución espacial de los mismos, se cambiaron las unidades a "vicuñas/hectárea" usando al efecto, la extensión promedio de los sitios en cada Sector. Esto permitió ver que a pesar de la generalizada tendencia concéntrica de las isodensas (Fig. No. 5), existen lugares de alta densidad aislados en una zona de baja densidad y viceversa. Por lo tanto, usando los límites obtenidos con la regla cum $\sqrt{}$ f(y) y tratando de formar *áreas continuas,* se formaron dos estratos para cada Sector evaluándose luego su precisión.

Se trabajó con dos estratos y no con tres o más pues dada la tendencia concéntrica de las isodensas, el tener tres estratos lleva a la formación de callejones y corredores en el terreno cuya utilidad en la práctica es nula.

De otro lado, considerando que la regla cum $\sqrt{}$ f(y) se ha desarrollado para la afijación óptima se ha usado ésta en el cálculo de los errores standard. Debe mencionarse además que al emplear esta afijación se presentó en algunas ocasiones el problema de que un estrato dado requería un tamaño de muestra mayor que su propio tamaño. Es decir, $n_¡ > N_¡$. En estos casos se tuvo que recurrir al uso de la afijación óptima revisada en la que a estos estratos se les asigna un "$n_¡$" igual a "$N_¡$" afijándose óptimamente la fracción restante de la muestra en los restantes estratos (Cochran, 1980).

Los errores standard obtenidos con estos estratos construidos ex-profeso se comparan con los correspondientes a los Puestos-estratos en la Tabla No. 13. Puede decirse a partir de esta última tabla que la construcción de dos estratos con la regla cum $\sqrt{}$ f(y) no significa ganancia alguna de precisión. En efecto, en Condorcocha el error standard crece en un 15 o/o aproximadamente al construirlos; por su parte en Huanacopampa la ganancia es tan pequeña (5 o/o) que prácticamente es despreciable. A esto se suma el hecho de que su construcción significa perder la información correspondiente a los Puestos.

Por lo tanto, a este nivel se puede decir que es mejor usar a los Puestos como estratos.

Hay sin embargo, una cuestión pendiente. Cochran (1980) demuestra que el aumento del número de estratos disminuye el error standard de la media estratificada. Suponiendo que en el caso de las vicuñas se pudiese construir —mediante la regla cum $\sqrt{}$ f(y) — el número de estratos que se desee ¿hasta qué punto el aumentar sy número aumenta la precisión?

Para responder a esta interrogante se utilizó la información de toda la Zona de Influencia como una unidad, y se construyeron dos, tres, y cuatro estratos evaluándose sus respectivos errores standard.

La distribución de frecuencias se puede ver en la Tabla No. 14 y la precisión correspondiente a los dos, tres y cuatro estratos en la Tabla No. 15. En la Tabla No. 16 se compara la precisión de estos estratos con la no estratificación, habiéndose graficado los resultados en la Fig. No. 6.

A partir de esta figura la respuesta a la interrogante es obvia; realmente existe un incremento en la precisión al aumentar el número de estratos. Sin embargo, como anteriormente se dijo, el trabajar con más de dos estratos "artificiales" no es factible porque la conformación concéntrica de las isodensas lleva a un fraccionamiento de los estratos haciéndolos no útilizables en la práctica.

Con estos puntos, cabría preguntarse en qué punto de la curva de la Fig. Ño. 6 se sitúa el error standard correspondiente a los Puestos-estratos. En la referida figura se ha marcado el punto en cuestión obtenido en la Tabla No. 17 para un tamaño total de muestra igual al usado en las Tablas Nos. 15 y 16.

De lo mostrado puede concluirse que en principio la estratificación es ventajosa pues disminuye la magnitud del error standard incrementando así la precisión. Además, si bien teóricamente se puede reducir mucho el Se--creando muchos estratos en la práctica ello no es factible.

De otro lado, aún cuando los Puestos no fueron construidos ex-profeso como estratos, se comportan bien como tales pues la ganancia de precisión que generan es suficientemente alta (Fig. No. 6) en relación a los estratos construidos matemáticamente con la ventaja de que dan una ¡dea de la población por Puesto cosa que no se puede lograr con los estratos "artificiales".

3,5 Tipo de Estimador

Hasta el momento, se ha venido usando en todas las estimaciones el llamado estimador simple; esto significa que la información que se obtiene de cada unidad muestral corresponde a una sola variable, que en este caso es "y" = número de vicuñas en cada sitio.

Norton-Griffiths y Torres (1980) recomendaron que dado que los Sitios eran de distinto tamaño se debería usar un estimador de razón en lugar de uno simple para aumentar la precisión de las estimaciones.

El uso de un estimador de razón —método 2 de Jolly según cita Norton-Griffiths (1980)— consiste en obtener de cada unidad muestral no sólo la variable que interesa estimar, sino también otra variable altamente correlacionada, con la primera. Esto permite trabajar con una Razón entre las dos variables definida por:

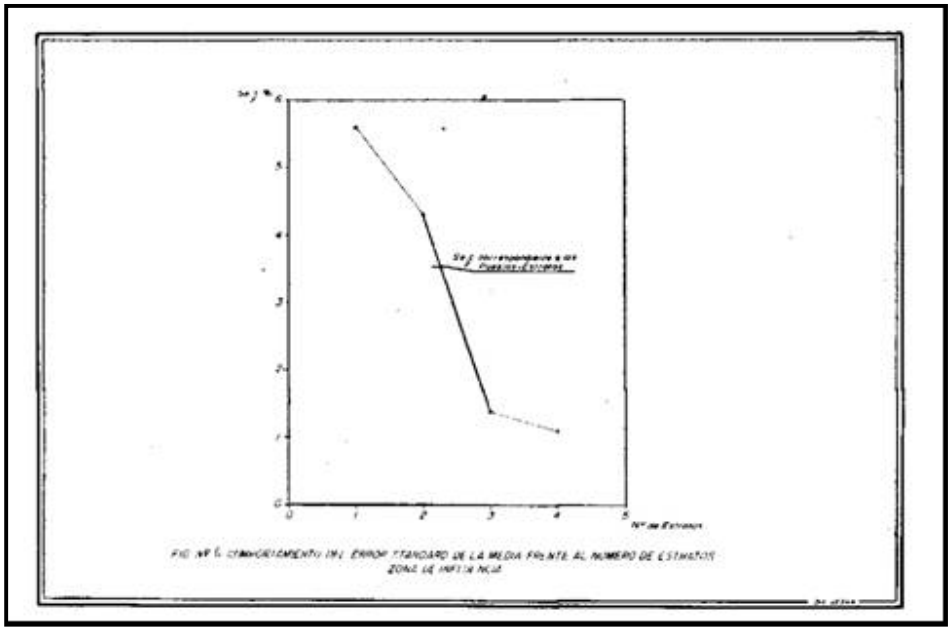
$$(12) \quad \hat{R} = \frac{\Sigma Y_i}{\Sigma x_i}$$

donde:

$\hat{R}$ = razón de las dos variables.

Y_i = variable que nos interesa estimar.

x_i = variable altamente correlacionada con y.



Cochran (1980) explica el modo de realizar las estimaciones tanto de medias de "y" como de la razón "R" así como sus correspondientes errores standard. Sugerencias para su aplicación se

tienen en Caugley (1978) y algunos ejemplares de su uso los da el U.S. Bureau of Census, habiéndose empleado la notación que sugiere esta entidad en los análisis que siguen.

La estimación de la media de "y" está dada por:

$$(13)\quad \hat{\bar{Y}} = R\bar{X}$$

Esto es consecuencia de que:

$$R = \frac{Y}{X} = \frac{\bar{Y}}{\bar{X}}$$

El error standard de la media estimada ($\bar{y}$) está dado por:

$$(14)\quad Se_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{1-f}{n}\ \frac{\sum(y_i - Rx_i)^2}{n-1}}$$

donde: f = n/N = tasa de Muestreo

Una forma práctica para el cálculo es la siguiente:

$$(15)\quad Se_{\bar{y}} = \sqrt{\frac{1-f}{n}\ \frac{\sum y^2 - 2\hat{R}\sum xy\ \ \hat{R}^2\sum x^2}{n-1}}$$

Por su parte, el error standard de la Razón estimada ($\hat{R}$) es:

$$(16)\quad Se_{\hat{R}} = \sqrt{\frac{1-f}{nx^2}\ \frac{\Sigma y^2 - 2\hat{R}\Sigma xy\ \ \hat{R}^2\Sigma x^2}{n-1}}$$

De acuerdo a la recomendación de Norton-Griffiths y Torres (1980), el uso de un estimador de razón debía conducir a un incremento de la precisión en relación a un estimador simple. Esto debía cumplirse considerando que las unidades muéstrales (Sitios) son de distinto tamaño. Por lo tanto, era de esperar que parte de la variabilidad observada en la variable vicuñas/ sitio se debiese a la diferente extensión de los sitios.

De este modo, una razón "y/x" en la que "y" sea el número de vicuñas en un sitio y "x" la extensión del sitio podría descontar esa variabilidad con lo que el error standard de y disminuiría incrementándose la precisión de la estimación.

Para que este planteamiento sea cierto debe cumplirse que la densidad de vicuñas en la zona en estudio sea más o menos homogénea de modo que si todos los sitios fuesen del mismo tamaño la varianza de la variable "y = vicuñas/sitio" sería mínima. Si los sitios fuesen de distintos tamaños —como se da en la práctica— entonces esta varianza aumentaría pero lo haría por el simple hecho de que los sitios más grandes contendrían más vicuñas y los más pequeños menos. Esto equivale a decir que la correlación entre las variables "x" e "y" sea alta.

Sólo en estas condiciones el uso de un estimador de razón—que descuenta el efecto de "x"—conduce a una ganancia neta de precisión. Por lo demás, ésta es la condición planteada por el U.S. Bureau of Census para recurrir al uso de este tipo de estimadores.

Para evaluar si se cumple esta condición con los datos de vicuñas, se procedió a calcular los coeficientes de correlación xy correspondientes a cada Puesto y los errores standard generados con un .estimador simple y uno de razón (Tabla No. 18).

En principio, se confirma que sólo cuando los coeficientes de correlación son significativos —al 5 o/o o al 1 %— existe ganancia de precisión al usar un estimador de razón; de lo contrario en lugar de ganancia hay pérdida. Además, ai no haber una tendencia general de alta correlación no se puede decir que exista homo gene ¡dad de densidades.

En los tres únicos lugares en loque existe lima ganancia de precisión, ésta no pasa de un 20 o/o en relación al estimador simple de modo que por todas estas razones parece no ser conveniente hacer un uso generalizado de este tipo de estimadores, más aún si se considera que a más de lo relativamente complejo de los cálculos necesarios para hacer las estimaciMies,, éstas nor-

malmente son sesgadas, fenómeno que se acentúa con muestras pequeñas (U.S. ©ureau of Census).

Hay sin embargo, una situación interesante: los Puestos en los que la correlación número de vicuñas —número de hectáreas es alta son aquellos que tienen mayor densidad-medida en vicuñas por hectárea—. Así, Pedregal con _una densidad de 0.1247 vic/Ha tiene la más alta correlación vicuñas-superficie (0.5455). Igualmente sucede con Os-cconta con densidades de 0.1018 siendo Huanacopanjpa una excepción (0.0405 vic/Ha).

Por el contrario, los Puestos con densidades menores tienen coeficientes de correlación que incluso son negativos. En efecto, a Soras con una densidad de 0.0129 vic/Ha le corresponde el coeficiente de correlación más bajo (—0.2014), sucediendo lo mismo con Pallcca y Condorcocha (densidades de 0.0190) y 0.0392 vic/Ha respectivamente).

Si se recuerda que la mayor correlación significa mayor homogeneidad en la distribución de la población de vicuñas y que esta alta correlación seda en los Puestos de mayor densidad, entonces se puede concluir que existe una tendencia a que la mayor densidad de la población lleve a una mejor distribución del espacio disponible lo que necesariamente implica mayor homogeneidad.

Este resultado tiene sentido ya que sólo cuando un recurso —el espacio en este caso— se hace limitante —por una alta densidad según se vio— se llega a una mejor distribución del mismo.

Una consecuencia práctica de esto es el hecho de que se necesite recurrir a los estimadores de razón sólo en lugares densos. Ahora bien, dado que al momento ningún lugar tiene mayor densidad que Galeras puede decirse que por lo menos por ahora no será necesario usar este tipo de estimadores al evaluar poblaciones de vicuñas. Sin embargo, los límites mínimos de densidad por encima de los cuales hay ganancia con estos estimadores deberán precisarse con la investigación posterior debiéndose determinar también hasta que punto la condición del pastizal influye en este límite. Esto es tanto más importante cuanto que es un hecho que con una extensión dada, un pastizal de condición buena albergará más vicuñas que uno de condición pobre variando por lo tanto los límites mínimos luego de los cuáles el espacio se hace limitante.

3.6 El muestreo desarrollado en 1981

Durante 1981, se llevó a la práctica el muestreo habiéndose considerado tanto en su planificación como en su ejecución los análisis del censo 1980.

En principio, se trabajó sólo con la Zona de Influencia pues la Zona Nuclear fue objeto de un conteo total de cuyos resultados se informó en un momento (Hoces, Sánchez, 1981). Los resultados del muestreo fueron objeto de un análisis preliminar (Sánchez, 1981) del que la presente sección es una ampliación.

Se consideró a cada Sector como unidad calculándose tamaños de muestra independientes para cada uno. Habiéndose hallado que la afijación óptima era la más correcta se empleó la fórmula para el error standard de la media correspondiente a esta alternativa para calcular un tamaño de permitiese obtener a nivel de Sector valores del Se menores o ¡guales al 5 o/o de la media estimada (ecuación 8).

Este tamaño de muestra se afijó óptimamente en los Puestos-Estratos no habiendo sido necesario en ningún caso recurrir a la afijación óptima revisada.

Los resultados de estas operaciones se dan en las Tablas No. 19 (Huanaco-pampa) y 20 (Condorcocha) mostrándose los n_i calculados y los n_i evaluados en el campo.

En las Tablas Nos. 21 (Huanaco-pampa) y 22 (Condorcocha) se pueden ver los resultados a nivel de totales y medias por Puesto para la variable vicuñas/sitio. La magnitud de los errores standard de las medias a nivel de Sectores están dentro de los valores esperados —5 o/o de la media— de modo que los límites de confianza ($p < 0.05$) tanto para medias como para totales también y están en el valor esperado — 10 o/o del estimado—.

Este resultado es interesante ya que muestra que la información obtenida en un año puede emplearse para calcular con suficiente certeza los tamaños de muestra y las tasas de muestreo para el siguiente año.

El total de vicuñas para el Sector Condorcocha fue de 14105 ± 1438 animales y para el Sector Huanaco-pampa fueron 18225 ± 1529 individuos.

En las Tablas Nos. 23 y 24 se han descompuesto los totales por Puesto en sus componentes sociales, es decir: machos, jefes de familia, hembras, crías, machos de tropillas y solitarios o no diferenciados. Es notable la sistemática tendencia de los machos de tropillas a mostrar mayor variabilidad, lo que se expresa en Intervalos de Confianza mayores que los correspondientes a los otros componentes.

Este comportamiento es explicable dada la gran movilidad que caracteriza a estas agrupaciones —las tropillas— ya que no se da en ellas el comportamiento territorial tan restrictivo de los grupos familiares.

Al margen de este componente, los otros tienen intervalos de confianza comparables en amplitud con el total —a nivel de Sector— y por lo tanto con la media de la variable vicuñas/sitio a este mismo nivel. Por lo tanto, al escoger un tamaño de muestra para una precisión dada para la

media o el total de vicuñas, se obtendrán en general estimados para cada componente social con la misma precisión.

En las Tablas Nos. 25 y 26 se dan los componentes sociales estimados como un porcentaje del total. Tomando en cuenta que estas variables son de la forma "y/x" con "y = No. de individuos de un componente social dado en un sitio" y "x = total de vicuñas del mismo sitio, se las estimó con un estimador de razón usando al efecto las ecuaciones (12) y (16).

En general, la amplitud del intervalo de confianza para estas estimaciones está dentro del 10 o/o deseado, siendo excepciones los machos de tropillas —en razón a su gran capacidad de desplazamiento— y los Puestos que dado su pequeño tamaño o reducida variancia recibieron una cuota muy pequeña de la muestra total; éste es el caso de Soras.

Por lo demás la relativa estrechez del intervalo de confianza para los componentes sociales es signo de la correlación existente entre el total de vicuñas de un sitio y el número de individuos de cada componente social del mismo sitio, especialmente los que pertenecen a los grupos familiares —machos jefes de familias, hembras y crías— pues el comportamiento territorial que muestran les da una gran permanencia en el sitio.

Finalmente, en lasTablas Nos. 27 y 28 se consigna la información correspondiente a las razones machos/hembras, y crías/hembras. Siendo estas variables por definición razones, se recurrió nuevamente al uso de los estimadores de razón, usando las ecuaciones Nos. (12) y (16). Se dan los coeficientes de correlación entre las variables "x" e "y" notándose que en general son altos, especialmente al tratarse de crías/hembras. Esto hace que los estimados tengan intervalos de confianza estrechos, salvo nuevamente los que por ser pequeños o poco variables —a nivel de estrato— han recibido una fracción pequeña de la muestra total.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El comportamiento del error standard de la media ai incrementar el tamaño de muestra sigue, en el caso de las poblaciones de vicuñas, la conocida tendencia de disminución inicialmente acentuada entrando luego en una fase de lento decrecimiento.
2. Los coeficientes de variabilidad de la variable vicuñas/sitio son mayores a nivel de toda la Zona de Influencia que a nivel de los Puestos de Manejo siendo esto un indicador de cierta homogeneidad al interior de los mismos haciendo posible su uso como estratos.
3. El Muestreo a nivel de Puestos genera tasas de muestreo tan altas que es preferible usar un conteo total. En cambio, el muestreo a nivel de Sectores considerando a los Puestos como estratos, genera tasas del orden de 50 o/o haciendo viable el operativo aún cuando las estimaciones que se hacen tienen la precisión deseada (Límites de Confianza de + 10 % de sí mismos) sólo a nivel de Sector y no a nivel de Puesto.
4. Usando un Diseño Muestral Estratificado a nivel de cada Sector y empleando los Puestos como Estratos, la Afijación Optima mostró errores standard para la media inferiores hasta en 23 o/o a los correspondientes a la Afijación Proporcional por lo que se justifica su empleo en las evaluaciones de poblaciones de vicuñas.
5. Aún cuando la construcción de tres estratos usando la regla cum **V** f (yj podría disminuir sensiblemente el error standard de la media-en relación a la que corresponde a los Puestos-Estratos, la distribución concéntrica de las isodensas no permite su aplicación práctica inmediata pues se generan estratos en forma de callejón. Sin embargo, dado el sustancial ahorro que generaría, es recomendable estudiar la manera de llevar a la práctica la estratificación según la regla mencionada.
6. A pesar de que los sitios son de distinto tamaño, los estimadores de razón que incluyen además de la variable vicuñas/sitio la variable hectáreas/sitio, no significan una ganancia sustancial de precisión al compararlos con un estimador simple, pues en general no existe alta correlación entre las dos variables consideradas. No se justifica por tanto, el empleo de estimadores de razón por el momento.
7. Existe una tendencia a que los Puestos con mayor densidad de vicuñas tengan una correlación más alta entre las variables vicuñas/sitio y hectáreas/sitio como consecuencia de una mayor homogeneidad en la distribución de vicuñas y por lo tanto del uso de los recursos espacio y alimento. Considerando que cuando hay alta correlación los estimadores de razón significan ganancia de precisión, es recomendable estudiar cual es el límite mínimo de densidad necesario para obtener correlaciones significativas poniendo este límite en función de por lo menos la Condición del pastizal y la cantidad y composición de los animales domésticos que cohabitan con la vicuña.
8. El muestreo desarrollado en 1981 mostró resultados satisfactorios en términos de la precisión lograda, obteniéndose para el Sector Condorcocha un total de 14105 ± 1438 vicuñas y para el Sector Huanaco-pampa 18225 ± 1529 vicuñas empleando una tasa de muestreo de 47.7 o/o.

9. En general, un muestreo desarrollado en las condiciones en las que se hizo en la Zona de Influencia de Galeras, en 1981, permite reducir los Costos operativos a un 40 o/o de lo que costaría un conteo total. Es recomendable precisar los costos tanto de equipamiento como de operación a nivel de estrato (Puesto) pues así se logrará elaborar una función de costos que puede emplearse para optimizar la afijación en los estratos.
10. Debe continuarse con la investigación de diseños muéstrales y sus requerimientos para la evaluación principalmente extensiva de las poblaciones de vicuñas a nivel nacional ya que el muestreo ha mostrado ser una técnica que permite reducir costos de operación sin perder calidad en la información obtenida.

Edgar Sánchez:

TABLA No. 1 NUMERO DE SITIOS Y EXTENSION POR PUESTO DE MANEJO Y POR SECTOR EN LA ZONA DE INFLUENCIA

Sector	Puesto de Manejo	Número de Sitios	Extensión (Hectáreas)
Huanacopampa	Pedregal	47	46,926
	Huanacopampa	37	61,206
	Oscconta	46	54,071
	Challhuamayo	55	40,947
Sub-Total	4	185	203,150
Condorcocha	Sawacocha	80	56,119
	Tipicocha	78	51,924
	Condorcocha	56	50,383
	Pallca	52	47,630
	Soras	25	33,205
Sub-Total	5	291	239,261
TOTAL	9	476	442,411

TABLA No. 2 MEDIAS, VARIANCIAS Y COEFICIENTES DE VARIABILIDAD POR PUESTOS DE MANEJO (CENSO 1980)

PUESTO	N_i (1)	S^2y_i (2)	$\bar{Y}_i$ (3)	C.V. o/o (4)
Pedregal	47	12188.16	133.75	82.5
Huanacopampa	37	19962.86	119.63	118.1
Oscconta	46	2054.81	65.45	69.3
Challhuamayo	55	2978.98	61.25	89.1
Sawacocha	80	3749.11	72.48	84.5
Tipicocha	78	2573.53	59.52	85.2
Condorcocha	56	1060.80	39.30	82.9
Pallca	52	378.30	20.78	93.6
Soras	25	276.56	18.21	91.3

(1) N_i = Número de sitios del Puesto i
(2) S^2y_i = Varianza de la variable vicuñas/sitio para el Puesto i
(3) $\bar{Y}_i$ = Media de la variable vicuñas/sitio para el Puesto i
(4) C.V. = Coeficiente de Variabilidad en porcentajes para el Puesto i

TABLA No. 3 MEDIAS, VARIANCIAS Y COEFICIENTES DE VARIABILIDAD POR SECTORES (Censo 1980)

Sector	N_i (1)	S^2y_i (2)	$\bar{Y}_i$ (3)	C.V. o/o (4)
Huanacopampa	185	8958.48	92.52	102.3
Condorcocha	291	2144.18	43.43	106.6

(1) Número de sitios por Sectores.
(2) Variancia para el Sector i
(3) Media para el Sector i
(4) Coeficiente de Variabilidad en porcentaje para el Sector i

TABLA 4 MEDIA, VARIANCIA Y COEFICIENTE DE VARIABILIDAD PARA LA ZONA DE IN - FLUENCIA EN SU CONJUNTO (Censo 1980)

Zona de Influencia	N	S^2y	$\bar{Y}_i$	C.V. o/o
TOTAL	476	5366.48	62.64	116.9

TABLA No. 5 MUESTREO POR PUESTOS. TAMAÑOS

Puesto	N_i	n_{cal}	f_{cal}
Pedregal	47	40	0.8529
Huanacopampa	37	35	0.9378
Oscconta	46	37	0.8066
Challhuamayo	55	47	0.8524
Sawacocha	80	62	0.7811
Tipicocha	78	61	0.7884
Condorcocha	56	47	0.8307
Pallca	52	45	0.8708
Soras	25	23	0.9303
TOTAL	476	397 (1)	0.8357 (2)

(1) suma de los "n" de cada Puesto.
(2) Media ponderada de los "f" de cada Puesto.

TABLA No. 6 MUESTREO POR SECTORES. TAMAÑOS DE MUESTRA Y TASAS DE MUESTREO

Sector	N_i	n_{cal}	f_{cal}
Huanacopampa	185	128	0.6935
Condorcocha	291	177	0.6106
TOTAL	476	305(1)	0.6429(2)

(1) suma de los "n" de cada sector (2) Media ponderada de los "f" de cada sector.

TABLA No. 7 MUESTREO EN LA ZONA DE INFLUENCIA EN SU CONJUNTO. TAMAÑO DE MUESTRA Y TASA DE MUESTREO

Zona de Influencia	N	n_{cal}	f_{cal}
TOTAL	476	254	0.5358

TABLA No. 8 COMPARACION DE LAS TRES ALTERNATIVAS DE MUESTREO: PUESTOS, SECTORES, Z.I.

Alternativa	N	n	f
M. POR PUESTOS	476	397(1)	0.8357(2)
M. POR SECTORES	476	305(3)	0.6429(4)
M. TOTAL(5) Z.I.	476	254	0.5358

(1) suma de los "n" de cada Puesto.
(2) Media ponderada de los "f" de cada Puesto.
(3) Suma de los "n" de cada sector.
(4) Media ponderada de los "f" de cada sector.
(5) Ignora a los Puestos y a los sectores.

TABLA No. 9 AFIJACION OPTIMA Y PROPORCIONAL EN LOS PUESTOS-ESTRATOS SECTOR CONDORCOCHA (En base al Censo 1980)

Puesto	Sawacocha	Tipicocha	Condorcocha	Pallca	Soras	Total
N_i	80	78	56	52	25	291
S_i	61.23	50.73	32.57	19.45	16.63	—
N_i/N	0.275	0.268	0.192	0.179	0.086	1.00
$n_{prop.}$	43	41	30	28	13	155(1)
$N_i S_i$	4898.40	3956.94	1823.92	1011.40	415.75	12106.41
$N_i S_i/\Sigma N_i S_i$	0.405	0.327	0.151	0.084	0.034	1.00(1)
$n_{opt.}$	63	51	23	13	5	155

(1) Tamaño de muestra total determinado previamente. Ver texto.

TABLA No. 10 AFIJACION OPTIMA Y PROPORCIONAL EN LOS PUESTOS-ESTRATOS. SECTOR HUANACOPAMPA (En base al Censo 1980)

Puesto	Pedregal	Oscconta	Huanacopampa	Challhuamayo	Total
N_i	47	46	37	55	185
S_i	110.40	45.33	141.29	54.58	—
N_i/N	0.254	0.249	0.200	0.297	1.00
$n_{prop.}$	29	28	22	33	112(1)
$N_i S_i$	5188.80	2085.18	5227.73	3001.90	15503.61
$N_i S_i/\Sigma N_i S_i$	0.335	0.134	0.337	0.194	1.00
$n_{opt.}$	37	15	38	22	112(1)

(1) Tamaño de muestra total determinado previamente. Ver texto.

TABLA No. 11 ERRORES STANDARD DE LA MEDIA CORRESPONDIENTES A LA AFIJACION PROPORCIONAL Y A LA AFIJACION OPTIMA

Sector	Condorcocha	Huanacopampa
N	291	185
n	155	112
$\bar{y}_{estrat.}$ vic/sitio	48.78	94.87
Afijación Proporcional		
$Se_{\bar{y}}$	2.46	5.75
$Se_{\bar{y}}$ (o/o) (1)	5.04 o/o	6.06 o/o
Afijación Optima		
$Se_{\bar{y}}$	2.07	4.41
$Se_{\bar{y}}$ (o/o) (1)	4.24 o/o	4.65 o/o
Diferencia (2) (Prop-Opt)/Prop. o/o	15.9 o/o	23.3 o/o

(1) Error standard expresado como porcentaje de la media.
(2) Disminución porcentual del error standard al usar la afijación óptima en lugar de la a. proporcional.

TABLA No. 12 CONSTRUCCION DE ESTRATOS - SECTOR HUANACOPAMPA (Según la regla cum $\sqrt{f(y)}$

y = vic/sitio	f (y)	cum $\sqrt{f(y)}$
0 - 50	81	9.00
50 - 100	47	15.86
100 - 150	23	20.65
150 - 200	17	24.77
200 - 250	7	27.42
250 - 300	7	30.07
300 - 350	3	31.80
350 - 400	0	31.80
400 - 450	0	31.80
450 - 500	0	31.80
500 - 550	1	32.80
550 - 600	0	32.80
600 - 650	0	32.80
650 - 700	0	32.80
700 - 750	0	32.80
750 - 800	1	33.80

Límites para dos estratos: 33.80/2 = 16.90
0 – 16.90
16.90 – 33.80
Por aproximación con la escala de "y" se tiene:
0 – 100 vic/sitio
100 – 800 vic/sitio

TABLA No. 13 COMPARACION DE LA PRECISION DE LOS ESTRATOS CUM $\sqrt{f(y)}$ Y LOS ESTRATOS-PUESTOS

A.- SECTOR CONDORCANCHA

	Estratos CUM$\sqrt{f(y)}$	Estratos - Puestos
n	123	123
$\bar{y}$	42.7010	48.4521
$Se_{\bar{y}}$	2.7906	2.6728
$Se_{\bar{y}}$(o/o)	6.54 o/o	5.52 o/o

B.- SECTOR HUANACOPAMPA

	Estratos CUM$\sqrt{f(y)}$	Estratos - Puestos
n	104	104
$\bar{y}$	92.7688	92.3892
$Se_{\bar{y}}$	4.4255	4.6541
$Se_{\bar{y}}$ (o/o)	4.77 o/o	5.04 o/o

TABLA 14 DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE LA VARIABLE vicuñas/sitio EN TODA LA ZONA DE INFLUENCIA

y = Vic/sitio	f(y)	CUM $\sqrt{f(y)}$
0 - 50	283	16.823
50 - 100	105	27.070
100 - 150	41	33.473
150 - 200	24	38.392
200 - 250	11	41.688
250 - 300	8	44.517
300 - 350	3	46.249
350 - 400	0	46.249
400 - 450	0	46.249
450 - 500	0	46.249
500 - 550	1	47.249
550 - 600	0	47.249
600 - 650	0	47.249
650 - 700	0	47.249
700 - 750	0	47.249
750 - 800	1	48.249

TABLA No. 15 OBTENCION DE MEDIAS Y ERRORES STANDARD CON DOS, TRES Y CUATRO ESTRATOS.- ZONA DE INFLUENCIA

A.- DOS ESTRATOS

Estratos	0-100 vic/sitio	100-800 vic/sitio	Total
N_i	370	107	477
S_i	46.0789	105.6034	—
$\bar{y}_i$	43.8297	127.6075	—
$\frac{N_i S_i}{\sum N_i S_i}$	0.6014	0.3986	1.00
n_i	137	90	227

$\bar{y} = 62.6226$ $\quad Se_{\bar{y}} = 2.6197$

B.- TRES ESTRATOS

Estratos	0-50 v/s	50-150 v/s	> 150 v/s	Total
N_i	284	147	46	477
S_i	14.2999	27.4210	106.8874	—
$\bar{y}_i$	22.8697	86.0816	233.0870	—
$\frac{N_i S_i}{\sum N_i S_i}$	0.5019	0.4982	—(1)	1(1)
n_i	91	90	46	227

$\bar{y} = 62.6226$ $\quad Se_{\bar{y}} = 0.9214$

C.- CUATRO ESTRATOS

Estratos	0-50 v/s	50-100 v/s	100-150v/s	>150v/s	Total
N_i	284	104	43	46	477
S_i	14.2999	14.2829	15.2637	106.8874	
$\bar{y}_i$	22.8697	71.1635	122.1395	233.0870	—
$\frac{N_i S_i}{\sum N_i S_i}$	0.6547	0.2395	0.1058	—(1)	1(1)
n_i	119	43	19	46	227

$\bar{y} = 62.6226$ $\quad Se_{\bar{y}} = 0.7358$

(1) Afijación Optima Revisada - Ver Texto para mayores detalles.

TABLA No. 16 COMPORTAMIENTO DEL ERROR STANDARD FRENTE AL NUMERO DE ESTRATOS.- TOTAL ZONA DE INFLUENCIA

Número de Estratos	1	2	3	4
n	227	227	227	227
y	62.62	62.62	62.62	62.62
$Se_{\bar{y}}$	3.5157	2.6197	0.9214	0.7358
$Se_{\bar{y}}$ (o/o)	5.61 o/o	4.18 o/o	1.47 o/o	1.17 o/o

TABLA No. 17 ERROR STANDARD OBTENIDO CON LOS PUESTOS - ESTRATOS.- ZONA DE INFLUENCIA

Estratos	Sawacocha	Tipococha	Condorcocha	Pallca	Soras	Pedregal	Oscconta	Huanacopampa	Challhuamayo	Total
N_i	80	78	56	52	25	47	46	37	55	476
S_i	61.23	50.73	32.57	19,45	16.63	110.4	45.33	141.29	54.58	--
Y_i	72.48	59.52	39.30	20.78	18.21	133.75	65.45	119.63	61.25	--
$\frac{N_i S_i}{\Sigma N_i S_i}$	0.2189	0.1768	0.0815	0.0452	0.0186	0.2318	0.0932	-(1)	0.1341	1(1)
n	42	34	14	9	4	44	18	37	25	227

$\bar{y} = 65.6924$ $\quad Se_{\bar{y}} = 2.3227$ $\quad Se_{\bar{y}(o/o)} = 3.54$ o/o

(1) Afijación Optima Revisada. Ver el Texto para mayores detalles.

TABLA No. 18 COMPARACION DE UN ESTIMADOR SIMPLE (ES) CON UN ESTIMADOR DE RAZON (ER)

		Sawacocha	Tipicocha	Condorcocha	Pallca	Soras	Pedregal	Huanacopampa	Oscconta	Challhuamayo
N		80	78	56	52	25	47	37	46	55
n	(1)	40	39	28	26	13	24	19	23	28
ES $\bar{y}$		57.43	58.21	38.75	20.08	17.15	121.08	64.05	113.39	65.32
$Se_{\bar{y}}$		4.31	6.90	4.65	2.35	2.94	10.98	7.91	17.16	8.13
$Se_{\bar{y}}$ (o/o)	(3)	7.51	11.86	11.99	11.72	17.14	9.07	12.35	15.13	12.45
ER $\bar{y}$	(2)	63.48	53.92	35.27	17.40	17.13	124.50	67.00	119.66	61.57
$Se_{\bar{y}}$		5.31	6.93	5.75	2.88	3.34	10.85	6.94	14.51	8.23
$Se_{\bar{y}}$	(3)	8.36	12.85	16.30	16.55	19.50	8.71	10.36	12.13	13.37
r	(4)	0.0285	0.3082	-0.1093	-0.1818	-0.2014	0.5455**	0.4991*	0.5335**	0.3189
$\hat{R}$	(5)	0.0905	0.0810	0.0392	0.0190	0.0129	0.1247	0.0405	0.1018	0.0827

(1) Los valores de "n" para cada Puesto se tomaron como un 50 o/o del N correspondiente.
(2) Media de vicuñas/sitio.
(3) Error standard de la media expresado como porcentaje de la misma.
(4) Coeficiente de correlación de "y = número de vicuñas" con x = número de Hectáreas de cada sitio.
* significativo al 95 o/o
** significativo al 99 o/o

(5) $\hat{R} = \frac{\sum_{i}^{n} Y_i}{\sum_{i}^{n} X_i}$

TABLA No. 19 AFIJACION DE LA MUESTRA EN LOS ESTRATOS (= PUESTOS) SECTOR HUANACOPAMPA

Puesto		Pedregal	Oscconta	Huanacopampa	Challhuamayo	Total
N_i	(1)	47	46	37	55	185
Sy_i	(2)	110.40	141.29	45.33	54.58	
$\frac{N_i Sy_i}{\Sigma N_i Sy_i}$		0.32	0.40	0.10	0.18	1.00
n_i	(3)	34	43	11	19	107
f_i	(3)	0.72	0.93	0.30	0.35	0.58
n_i	(4)	33	41	11	19	104
f_i	(4)	0.70	0.89	0.30	0.35	0.56

(1) N_i = Tamaño del estrato i (= Puesto i) = Número de "Sitios" del Puesto i.
(2) Sy_i = Desviación standard de la variable "vicuñas/sitio" em el Puesto i calculadas con los datos del Censo 1980.
(3) Tamaños de Muestra (n_i) y tasas de muestreo (f_i) correspondientes al Puesto i, obtenidos luego de realizar la Afijación Optima.
$f_i = n_i / N_i$
(4) Tamaños de Muestra (n_i) y tasas de muestreo (f_i) del Puesto i luego de realizado el Censo 1981. Estos valores se usan en las estimaciones posteriores.

TABLA No. 20 **AFIJACION DE LA MUESTRA EN LOS ESTRATOS (= PUESTOS) SECTOR CONDORCOCHA**

Puesto		Sawacocha	Tipicocha	Condorcocha	Pallca	Soras	Total
N_i	(1)	80	78	56	52	25	291
Sy_i	(2)	61.23	50.73	32.57	19.45	16.63	
$\frac{N_i Sy_i}{\Sigma N_i Sy_i}$		0.41	0.33	0.15	0.08	0.03	1.00
n_i		56	45	20	11	4	136
f_i	(3)	0.70	0.58	0.36	0.22	0.16	0.47
n_i	(4)	53	41	15	10	4	123
f_i	(4)	0.66	0.53	0.27	0.19	0.16	0.42

(1) N_i = Tamaño del estrato (Puesto) i = Número de "sitios" del Puesto i.

(2) Sy_i = Desviaciones standard de la variable "vicuñas/sitio" calculadas con los datos del Censo 1980 para cada Puesto i.

(3) Tamaños de muestra (n_i) y tasas correspondientes al Puesto i obtenidos luego de realizar la Afijación Optima.

$$f_i = \frac{n_i}{N_i}$$

(4) Tamaños de muestra (n_i) y tasas de muestreo (f_i) para el Puesto i luego de realizado el Censo 1981. Estos son los valores usados luego en las estimaciones posteriores.

TABLA No. 21 **RESULTADOS DEL MUESTREO 1981 - TOTALES Y MEDIAS POR PUESTO. SECTOR HUANACOPAMPA**

Puesto	Pedregal	Oscconta	Huanacopampa	Challhuamayo	Total
N_i	47	46	37	55	185
n_i	33	41	11	19	104
$\bar{y}_i$	139.58	105.41	100.64	56.21	98.51
$S\bar{y}_i$	93.70	105.84	60.13	35.48	—
$Se\bar{y}_i$	8.90	5.45	15.20	6.59	4.22
L.C.± ($\bar{y}_i$)	18.18	11.01	33.74	13.84	8.26
Y_i	6560	4849	3724	3092	18225
L.C.±(Y_i)	854	506	1248	761	1529

$\bar{y}_i$ = Promedio de vicuñas/sitio para el puesto i.

Sy_i = Desviación standard de la variable "vicuñas/sitio para el puesto i.

$Se\bar{y}_i$ = Error standard de $\bar{y}_i$.

L.C. = Limites de Confianza ($p < 0.05$)

Y_i = Número Total de Vicuñas del puesto i

$Yi = N_i \bar{y}_i$

TABLA No. 22 RESULTADOS DEL MUESTREO 1981.- TOTALES Y MEDIAS POR PUESTO. SECTOR CONDORCOCHA

Puesto	Sawacocha	Tipicocha	Condorcocha	Pallca	Soras	Total
N_i	80	78	56	52	25	291
n_i	53	41	15	10	4	123
$\bar{y}_i$	70.09	79.00	24.87	15.50	5.50	48.47
Sy_i	54.62	70.00	27.05	12.68	7.14	—
$Se\bar{y}_i$	4.36	7.53	5.98	3.603	3.27	2.52
L.C.± ($\bar{y}_i$)	8.72	15.22	12.83	8.28	10.41	4.94
Y_i	5607	6162	1393	806	137	14,105
L.C.± (Y)	698	1187	718	431	260	1,438

$\bar{y}_i$ = Promedio de vicuñas/sitio para el Puesto i.
Sy_i = Desviación standard de la Variable "vicuñas/sitio" para el Puesto i.
$Se\bar{y}_i$ = Error standard de $\bar{y}_i$.
L.C. = Límites de Confianza ($p < 0.05$)
Y_i = Número total de vicuñas del Puesto i
$Y_i = N_i \bar{y}_i$

TABLA No. 23 RESULTADOS DEL MUESTREO 1981. COMPONENTES SOCIALES POR PUESTO. SECTOR HUANACOPAMPA

	Pedregal	Oscconta	Huanacopampa	Challhuamayo	Total
Machos	1088	838	602	663	3191
L.C. ±	145	75	164	175	262
	(13.3)	(8.9)	(27.2)	(26.4)	(8.2)
Hembras	2853	2276	1574	1480	8183
L.C. ±	381	234	437	388	674
	(13.4)	(10.3)	(27.8)	(26.2)	(8.2)
Crías	1397	858	703	538	3496
L.C. ±	197	76	191	148	271
	(13.9)	(8.9)	(27.2)	(27.5)	(7.8)
Machos de T.	1145	691	778	315	2929
L.C. ±	235	142	604	250	506
	(20.5)	(20.5)	(77.6)	(79.4)	(17.3)
No Diferenc.	77	186	67	96	426
L.C. ±	13	18	32	36	43
	(16.9)	(9.7)	(47.8)	(37.5)	(10.1)
Total	6560	4849	3724	3092	18225
L.C. ±	854	506	1248	761	1529
	(13.0)	(10.4)	(33.5)	(24.6)	(8.4)

Entre paréntesis los Límites de Confianza expresados como porcentaje del parámetro estimado.
Nivel de Confianza = 95 o/o
($p < 0.05$)

TABLA No. 24 **RESULTADOS DEL MUESTREO 1981. COMPONENTES SOCIALES POR PUESTO. SECTOR CONDORCOCHA**

Puesto	Sawacocha	Tipicocha	Condorcocha	Pallca	Soras	Total
Machos	1004	1102	292	187	31	2616
L.C.±	117	200	151	102	46	264
	(11.7)	(18.1)	(51.7)	(54.5)	(148.4)	(10.1)
Hembras	2566	2900	799	520	106	6891
L.C.±	308	545	402	266	215	716
	(12.0)	(18.8)	(50.3)	(51.2)	(202.8)	(10.4)
Crías	900	1068	187	99	0	2254
L.C.±	117	209	125	80	0	241
	(13.0)	(19.6)	(66.8)	(80.8)	–	(10.7)
Machos de T.	1048	966	52	0	0	2066
L.C.±	256	320	96	0	0	320
	(24.4)	(33.1)	((184.6)	–	–	(15.5)
No diferen.	89	126	63	0	0	278
L.C. ±	20	34	36	0	0	40
	(22.5)	(27.0)	(57.1)	–	–	(14.4)
TOTAL	5607	6162	1393	806	137	14.105
	698	1187	718	431	260	14.38
	(12.4)	(19.3)	(51.5)	(53.5)	(189.8)	(10.2)

Entre paréntesis los límites de Confianza expresados como porcentaje del parámetro estimado.
Nivel de Confianza: 95 o/o ($p < 0.05$).

TABLA No. 25 **RESULTADOS DEL MUESTREO 1981. PORCENTAJES DE CADA COMPONENTE SOCIAL POR PUESTO. SECTOR HUANACOPAMPA**

	Pedregal	Oscconta	Huanacopampa	Challhuamayo
Machos	16.59	17.28	16.17	21.44
L.C. ±	0.65	0.40	2.36	2.13
	(3.93)	(2.32)	(14.60)	(9.94)
Hembras	43.49	46.94	42.28	47.85
L.C. ±	3.04	1.02	5.48	3.80
	(6.54)	(2.17)	(12.97)	(7.93)
Crías	21.30	17.66	18.88	17.42
L.C. ±	0.78	0.56	3.76	2.28
	(3.68)	(3.18)	(19.92	(13.11)
Machos Trop.	17.46	14.25	20.87	10.21
L.C. ±	2.66	1.92	10.72	7.65
	(15.20)	(13.43)	(51.36)	(74.95)
No Diferenc.	1.17	3.84	1.81	3.09
L.C. ±	0.20	0.22	0.75	1.03
	(17.09)	(5.73)	(41.44)	(33.32)

Entre paréntesis los Límites de Confianza expresados como porcentaje del parámetro estimado.
Nivel de Confianza = 95 o/o ($p < 0.05$)

TABLA No. 26 RESULTADOS DEL MUESTREO 1981. PORCENTAJES DE CADA COMPONENTE SOCIAL. SECTOR CONDORCOCHA.

	Sawacocha	Tipicocha	Condorcocha	Pallca	Soras
Machos	17.93	17.91	20.91	23.23	22.73
L.C. ±	0.75	0.95	1.41	2.93	11.93
	(4.18)	(5.30)	(6.75)	(12.61	(52.49)
Hembras	45.76	47.08	57.37	64.52	77.27
L.C. ±	2.02	2.24	4.05	7.82	11.93
	(4.41)	(4.76)	(7.05)	(12.12)	(15.44)
Crías	16.04	17.35	13.40	12.26	0
L.C. ±	0.86	1.11	3.66	5.80	0
	(5.37)	(6.40)	(27.31)	(47.30	(0)
Machos de T.	18.68	15.68	3.75	0	0
L.C. ±	3.36	3.50	6.43	0	0
	(17.97)	(22.32)	(171.47)	(0)	(0)
No difer.	1.59	2.07	4.56	0	0
L.C. ±	0.27	0.36	2.40	0	0
	(17.14)	(17.58)	(52.62)	(0)	(0)

Entre paréntesis los Límites de Confianza expresados como porcentaje del parámetro estimado
Nivel de Conifianza: 95 o/o.

TABLA No.27 RESULTADOS DEL MUESTREO 1981. RAZONES MACHOS/HEMBRAS y CRIAS/HEMBRAS POR PUESTO. SECTOR HUANACOPAMPA

	Pedregal	Oscconta	Huanacopampa	Challhuamayo
Machos/hembras				
$\hat{R}$ (1)	0.7828	0.6718	0.8761	0.6614
Se $\hat{R}$	0.0369	0.0237	0.1488	0.0848
L.C. ±	0.0753	0.0479	0.3303	0.1782
( )	(9.62)	(7.13)	(37.70)	(26.94)
r (3)	0.7670	0.8460	0.7237	0.5783
Crías/hembras				
$\hat{R}$ (2)	0.4898	0.3765	0.4466	0.3640
Se $\hat{R}$	0.0087	0.0057	0.0190	0.0163
L.C. ±	0.0178	0.0115	0.0422	0.0342
( )	(3.63)	(3.06)	(9.45)	(9.41)
r (4)	0.9653	0.9589	0.9410	0.9394

$\hat{R}$ = Razón estimada
(1) Muchos/hembras
(2) Crías/hembras
$Se_{\hat{R}}$ = Error standard de R
L.C. = Límites de Confianza ($p < 0.05$)
r = Coeficiente de correlación
(3) entre Machos y Hembras
(4) entre Crías y Hembras.

TABLA No. 28 RESULTADOS DEL MUESTREO 1981. RAZONES MACHOS/HEMBRAS Y CRIAS/HEMBRAS POR PUESTO. SECTOR CONDORCOCHA

	Sawacocha	Tipicocha	Condorcocha	Pallca	Soras
Machos/hembras					
$\hat{R}$ (1)	0.8000	0.7134	0.4299	0.3600	0.2941
$Se_{\hat{R}}$	0.0477	0.0459	0.0622	0.0372	0.0628
L.C.	0.0954	0.0927	0.1335	0.0842	0.1998
( )	(11.92)	(13.00)	(31.06)	(23.40)	(67.93)
$r^{(3)}$	0.6688	0.8179	0.8517	0.9043	0.9751
Crías/hembras					
$\hat{R}$ (2)	0.3506	0.3685	0.2336	0.1900	0
$Se_{\hat{R}}$	0.0059	0.0121	0.0270	0.0495	0
L.C.	0.0118	0.0245	0.0579	0.1120	0
( )	(3.36)	(6.64)	(24.80)	(58.93)	(0)
$r^{(4)}$	0.9673	0.9413	0.9490	0.6822	–

$\hat{R}$ = Razón estimada: (1) = Machos/hembras (2) = Crías/hembras.

r = Coeficiente de correlación. (3) entre Machos y hembras. (4) entre crías y hembras.

$Se_{\hat{R}}$ = Error Standard de $\hat{R}$.

L.C. = Límites de Confianza ($p < 0.05$). En paréntesis los Límites de Confianza como porcentaje de $\hat{R}$.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ABRAHAMSEN, G. 1969. Sampling design in stu-dies of population densities in Enchytraeidae (Oligo-chaeta) Oikos 20: 54-66.
2. BRACK, A. 1976. Ecología Animal. Con especial referencia al Perú. Editor Pedro Aguilar. Lima.
3. BRACK, A.; HOCES, D.; SOTELO, J. 1981. Situación actual de la vicuña y acciones a ejecutar para su manejo durante el año 1981. Proyecto especial Utilización Racional de la Vicuña. Ministerio de Agricultura. Lima.
4. BERRYMAN, A. 1968. Development of sampling techniques and life tables for the fir engraver *Scolytus ventralis* (Coleóptera: Scolytidae) Can.Ent. 100:1138-1147.
5. CAUGHLEY, G. 1978. Samplig in aerial survey. J. Wildl. Manage. 41 (4): 605-615.
6. COCHRAN, W. 1980. Técnicas de Muestreo. Compañía Editorial Continental S.A. México.
7. EBERHARDT, L.L. 1978. Appraising variability in population studies. J. Wildl. Manage. 42(2): 207-238.
8. ELTRINGHAM, K. 1980. An aerial count of vicuña in the Pampa Galeras National Reserve and surroun ding regions, Ayacucho, Perú. April 1980. Final re-port to the International Fund for Animal Welfare. London.
9. FREESE, F. 1978. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. Manual de Agricultura No. 317. Servicios Forestal. Departamento de Agricultura de los EE.UU. de A.
10. HOCES, D. 1980. Plan Operativo - Censo General de Vicuñas 1980. Pampa Galeras. 14 pgs.
11. HOCES, D.; SANCHEZ, E. 1981. Resultados del Censo de Vicuñas y Animales domésticos en la Zona Nuclear de Pampa Galeras. Dirección de Conservación. Instituto Nacional Forestal y de Fauna. Lima.
12. HOFMANN, R.; OTTE, K. 1977. El Censo de la vicuña silvestre. Publicación Técnica No. 1. Ministerio de Agricultura - República Peruana, Ministerio de Cooperación Técnica Internacional. República Federal de Alemania.
13. NORTON-GRIFFITHS, M. 1978. Counting Animáis. African Wildilfe Leadership Foundation: Nairobi.
15. :TORRES, H.1980. Evaluation of ground andaerial census work on vicuña en Pampa Galeras, Perú. World Wildlife Fund. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Gland-Switzerland.
16. RODRIGUEZ, R.; TORRES, H.; 1981. Metodología usada para determinar la población de vicuñas *(Vicug-na vicugna* Molina) en el Parque Nacional Lauca. Corporación Nacional Forestal. I. Región, Arica, Chile.

17. SANCHEZ, E. 1981 b. Censo General de Vicuñas 1981. Resultados de la Zona de Influencia de Pampa Galeras. Informe Preliminar. Dirección de Conservación, INFOR.
18. ; HOCES, D. 1981. Plan Operativo para el Censo General de Vicuñas y Animales Domésticos 1981 en el área del Subproyecto Pampa Galeras. Dirección General de Conservación, INFOR.

Censos de Aves de Importancia Cinegética en las Albuferas de Playa Chica-Huacho

*Juan Carlos Rivero Salcedo**
*Mónica Cayo Rivera-Schereiber**
*Sofía Nuñez Nuñez**

RESUMEN

Se han determinado metodologías de censos dé aves de importancia cinegética en la Albufera de Playa Chica, 140 km al norte de Lima (Lat. 11 05'S- Long. 77°35'W).

Pruebas de comparación entre observadores resultaron no signi-cativas (ANVA, a : 0.05, 2y6gl.) (**Tuckey,** *a : 0.05, 6 gl.).*

Censos por Muestreo Aleatorio Simple y Fotografías fueron descartados, por requerir tasas de muestreo del 67 o/o del área total, debido a la alta aglomeración y escaso número de individuos.

El método más adecuado resultó ser el censo por conductores, empleándose desde julio-1982 hasta enero-1983.

Las especies evaluadas, así como los máximos registrados fueron:

Fúlica ardesiaca	*495 ind. - ene. 1983.*
Gallínula chloropus	*1527 ind. - oct. 1982*
Anas *spp*	*2282 ind.-set. 1982*

F. ardesiaca *se comporta como una especie residente en la zona;* **G. chloropus** *presenta migraciones, presumiéndose sean de orden local. Las poblaciones de* **Anas** *spp. son muy inconstantes, en función de su alta capacidad de vuelo y su carácter migratorio.*

En verano de 1983 las fuertes condiciones climáticas del Fenómeno de El Niño disminuyeron las poblaciones a un mínimo; además las especies presentes están permanentemente afectadas por factores antropogénicos, requiriéndose mayor control en el acceso y uso del área.

SUMMARY

A methodology for census of cinegetically important waterfowls in the Albufera of Playa Chica 140 km, north of Lima (Lat 11 05S, Long 7r35'W), has been determinated.

Significance test between observers (Two Way ANOVA a : 0.05, 2 & 6 d.f.) (Tuckey a : 0.05, 6 d.f.j showed no significance interac-tions. Random Samplings and Phothographic census were descarted because they required 67 o/o sampling rate of the study área due to the clusters dístribution and the few numbers of individuls.

The most suitable method was guide (or guiding) census, july 1982-jan. 1983;

The evaluated specíes and their maximun populations registered were:

Fúlica ardesiaca	*495 ind.*
Gallínula chloropus	*1517 ind.*
Anas *sp.*	*282 ind.*

F. ardesiaca *behaves like permanent resident specie in the área.* **G. chloropus** *presents local migrations.* **Anas** *sp. populations in very inconstant due to its migratory character. During summer 1983, the extremes climatic conditions of the Fenómeno de El Niño decreased the population down to a mínimum level, moreover the environ-ment at the present is being constantly affected by anthropogenic factors, requiring a better control in the access and use of the área.*

INTRODUCCION

A lo largo de la desértica Costa peruana, se presentan formaciones oro-gráficas que reúnen condiciones elementales para el establecimiento y desarrollo de biocenosis características en cuanto a su estructura y evolución, representando una valiosa fuente de investigación científica.

Incluidas en estas formaciones se encuentran las albuferas, cuerpos de agua mixohalinos con influencia marina; ya sea por comunicación directa, infiltraciones o penetración del mar en las pleamares máximas. Estos ambientes pertenecientes a la serie léntica, facilitan áreas de

nidificación, refugio y descanso de poblaciones de aves, tanto residentes como migratorias ocasionales y/o estacionales.

Desde su formación en 1973, como producto de las aguas sobrantes de la ex-irrigación Santa Rosa(Huancayo), las Albuferas de Playa Chica fueron objeto de un manejo preliminar por parte de los promotores de la Comuna de Huaura E.P.S., que sembraron especies vegetales propias de habitats lacustres (Junco, totora, grama, etc.) y camarones *Cypriops caementarius,* con la finalidad de convertir la zona en un refugio de especies silvestres y una unidad de manejo hidrobiológico. Posteriores dificultades en la transferencia del terreno paralizaron estas acciones.

Arellano (1982), reúne gran parte de la información precedente sobre Playa Chicíy propone líneas de acción para la utilización racional del área, contemplando en particular la necesidad de evaluar detalladamente la organización y dinámica de las poblaciones de aves de importancia cinegética con miras a dictaminar las pautas para su conservación y posible manejo.

Pulido (1983), se refiere a censos efectuados en habitats similares: Albufera de Medio Mundo, Lima (Tovar, 1977), y las lagunas de Mejía, Arequipa (Pulido, 1983; Myers *et al.,* 1983).

Dadas las características fisiográfi-cas ventajosas de Playa Chica, se pretende determinar una metodología a-propiada de censo a partir de la evaluación de los registros obtenidos por Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.), por fotografías y por conteo total.

Además se tratará de definir el patrón estacional de fluctuación de la población de aves de importancia cinegética.

MATERIALES Y METODOS

a) Zona de Estudio

Las Albuferas de Playa Chica se encuentran a 140 km al norte de Lima (Lat. 11°05'S. Long. 77°35'W) en la provincia de Chancay (Fig. No. 1). La Albufera original está dividida por una zona de vegetación herbácea, principalmente *Distichlis spicata* "grama salada", *Portulaca* sp. y *Lemna* sp.; asentada sobre el sedimento que fuera arrastrado por el canal de alimentación destruyendo parcialmente una zona arqueológica de gran importancia para la interpretación cultural de Huaura (Cárdenas, 1978). De los cuerpos de agua formados, es la Albufera Norte la que reúne mejores condiciones para el establecimiento de poblaciones de aves y sus fuentes de alimento, dado que la Albufera Sur presenta un alto contenido de sales, tanto en sus aguas como en los terrenos adyacentes, limitando su composición biológica principalmente a especies eurihalinas.

La Albufera Norte es una laguna marginal de 2.6 km de longitud máxima, un ancho que varía entre 120 y 240 m y una profundidad media de 0. 5 m. El espejo de agua tiene un área aproximada de 35.3 Ha y está ubicado en una depresión entre la barra de bancos de arena marina y las terrazas aluviales que bordean la playa a una distancia media de 250 m de la orilla marina (Arellano, 1982). (Fig. No. 2).

La Albufera presenta un fondo fangoso rico en detritus orgánico donde crece *Chara* sp., se halla rodeada de vegetación emergente como *Tipha angus-tifolia,* "totora" y con manchas localizadas de *Scirpus californicus,* "junco" y en su área de influencia *Yessenia fructicosa, D. spicata* y alguna Cheno-podiacea ; correspondiendo a sus asociaciones a la biocenosis de las lagunas saladas (Koepcke, 1968).

En la actualidad el medio es depredado continuamente por pastores, su ganado y por el ingreso eventual de cazadores y pescadores furtivos; aun cuando, según Resolución Ministerial No. 0036-79AA/DGFF, se considera el área de Playa Chica como área vedada para la caza deportiva.

b) Metodología

Los conteos se efectuaron con binoculares (8 x 30) desde la terraza aluvial adyacente, cuya altura varía alrededor de 20 m permitiendo una visualización efectiva sin espantar a las aves.

Para la comunicación entre los grupos de trabajo se requirió de Walkie-talkies, pues cualquier señal o ruido notorio causaba alteraciones en la distribución de las aves.

El estudio se dividió en tres etapas:

1. Evaluación de los observadores (mayo 1982).
2. Evaluación del censo por Muestreo Aleatorio Simple y por Fotografía (mayo 1982).
3. Evaluación de Censos Totales (junio 1982 - marzo 1983).

En consecuencia, los registros de cantidades de aves abarcan el periodo junio 1982 a marzo 1983.

1. Evaluación de los Observadores

—Se dividió la Albufera en 26 cuadrantes transversales de 100 m de orilla cada uno, independientemente de la longitud de estas franjas, eligiéndose 4 al azar.

—Se formaron tres grupos de conteo (un observador y un anotador) encargados del recuento simultáneo en cada uno de los cuadrantes seleccionados.

—El conteo se efectuó de sur a norte y de oeste a este, diferenciando las especies (Fig. No. 3).

Para cada especie se realizó un análisis de variancia (ANVA) empleándose el diseño muestral de bloque completo al azar (DBCA); considerando a los observadores como tratamientos y a los cuadrantes muestreados como bloques. Además se efectuaron ANVAS para Rallidos *(Fúlica* y *Gallínula)* y para el total de individuos.

— Se efectuaron pruebas de comparación de medias (Tuckey, **a** : 0.05, 6 gl.) para cada especie, para Ránidos y para el total de aves.

2. Evaluación del Censo por Muestreo Aleatorio Simple y por Fotografías

— Se fijó un ancho máximo de 20 m para cada cuadrante, en función de la amplitud de campo visual abarcado por la cámara fotográfica desde la terraza.

— Se dividió la Albufera en 130 cuadrantes transversales, eligiéndose siete (7) al azar.

— Se formaron dos equipos de conteo (fotógrafo y contadores); efectuándose el conteo directo de manera simultánea a la toma de fotografías, sin considerar la diferenciación en tre especies (Fig. No. 4).

— Los resultados obtenidos sirvieron para determinar el tamaño de muestra utilizando una expresión derivada de la fórmula del error standard (Sy):

$$S\bar{y} = \frac{s}{\sqrt{n}}\sqrt{1 - \frac{n}{N}}$$

donde: desviación standard muestral

n = Tamaño de muestra

N = Número total de unidades muestrales

$\sqrt{1 - \frac{n}{N}}$ = Factor de corrección para población finita (Snedecor, 1967).

Reordenando la expresión resulta:

$$n = \frac{N \quad Sp^2}{N(S\bar{y})^2 + Sp^2}$$

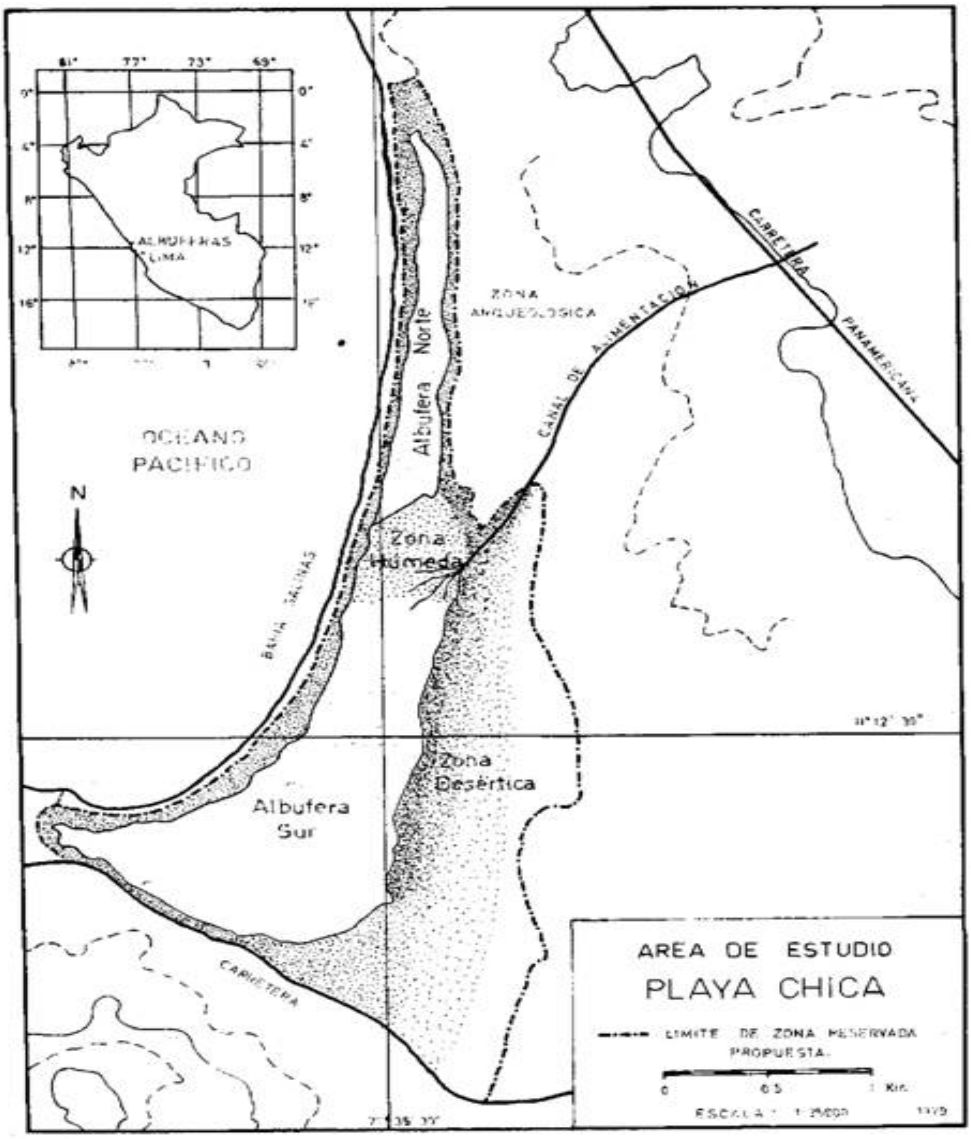


FIGURA 1

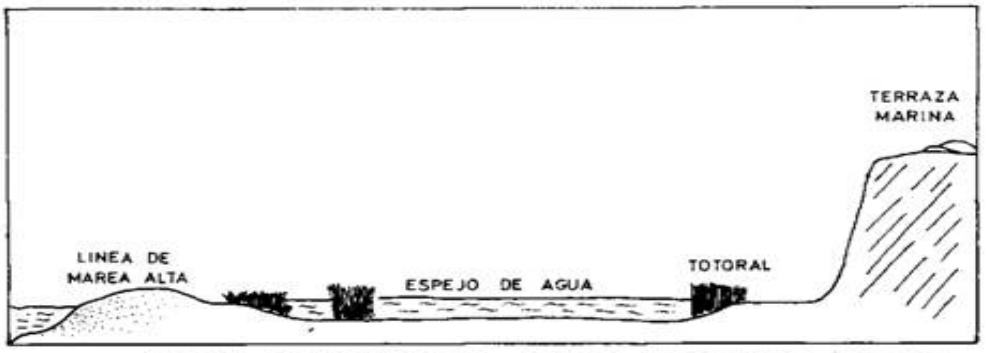


FIGURA 2 : CORTE TRANSVERSAL DE LA ALBUFERA NORTE.

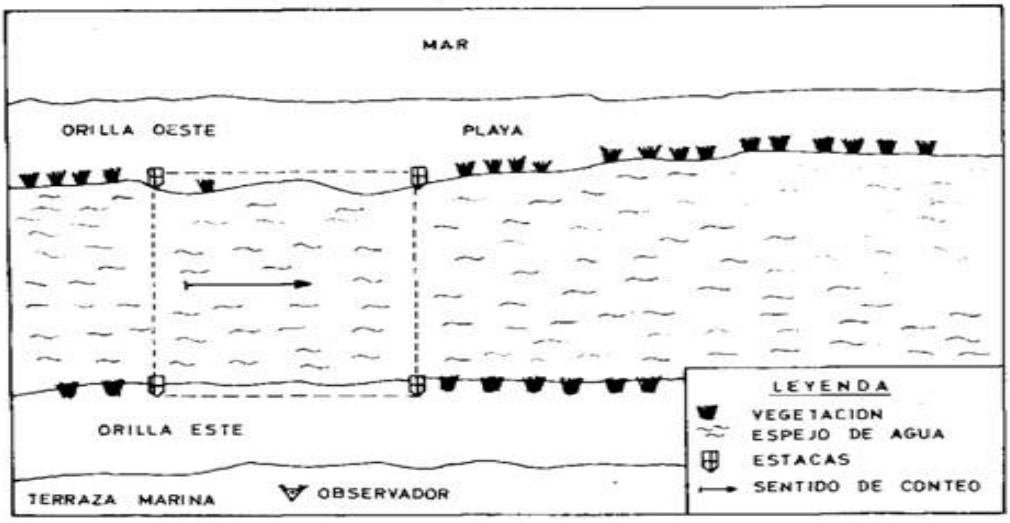


FIGURA 3: METODOLOGIA DEL CONTEO POR CUADRANTE.

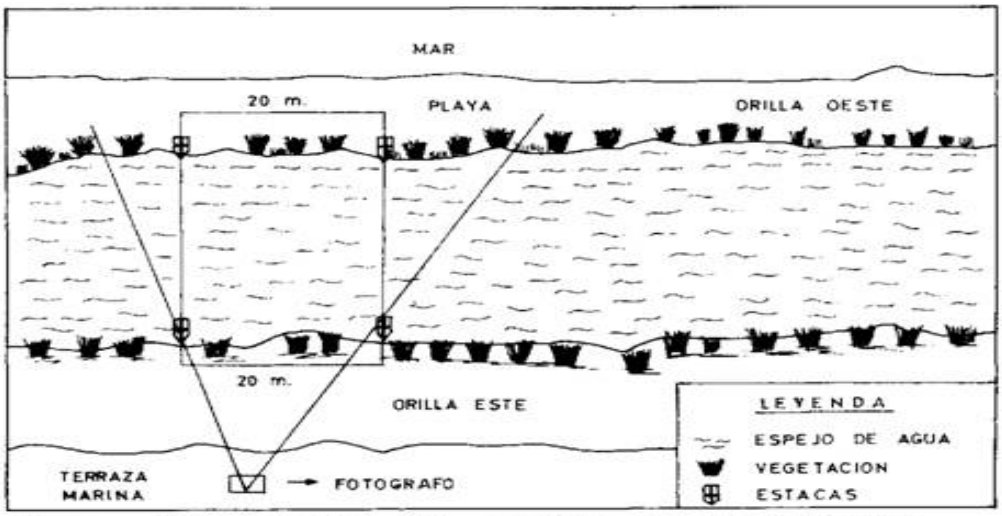


FIGURA 4: METODOLOGIA DEL CONTEO POR FOTOGRAFIA

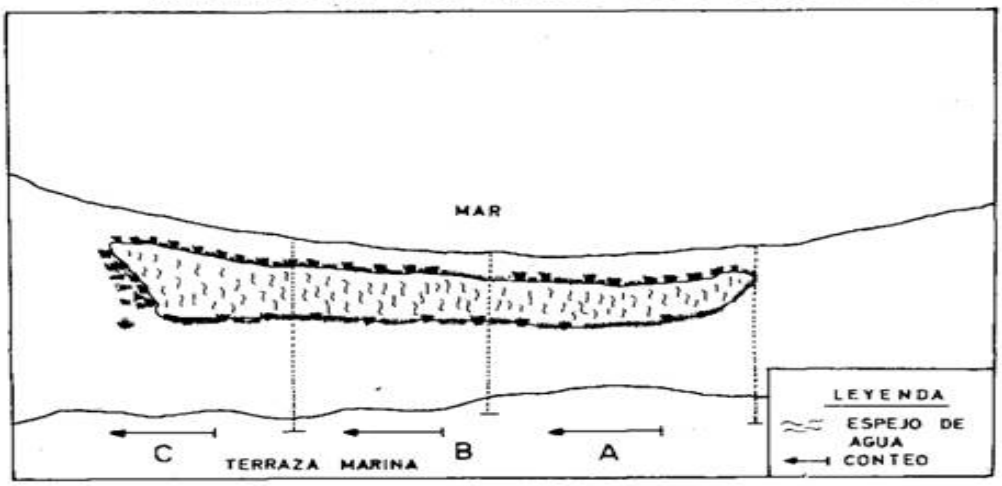


FIGURA 5: METODOLOGIA DEL CENSO TOTAL POR SECTORES.

Evaluación de Censos Totales: Censos Totales por Sectores:

- Se dividió la Albufera en tres sectores transversales cada uno de los cuales fue objeto de conteo por un grupo de observadores que partiendo simultáneamente del extremo norte de su sector avanzaban hacia el sur, contabilizando las aves presentes en su respectiva área de registro (Fig. No. 5).

Censo Total por Conductores:

— Partiendo del extremo sur de la Albufera, dos grupos de conductores avanzaban por las orillas este y oeste espantando las aves hacia el centro del espejo de agua.

— Estos conductores determinaban una línea transversal al .espejo de agua (Fig. No. 6).

— Un tercer grupo (observadores) realizaba el recuento de los individuos que se desplazaban hacia el sur transponiendo dicha línea.

— A partir del segundo censo (Setiembre, 1982) se amplió el área de censo 250 m por detrás del borde sur de la Albufera incluyendo el grama-dal adyacente; además, se colocó un grupo de trabajo en el extremo norte del espejo de agua para restringir el desbande de ilas aves fuera de la zona de registro.

Posteriores observaciones del comportamiento de las aves condujeron a establecer las horas del mediodía como las más propicias para efectuar el censo

RESULTADOS

a) Especies Registradas (Fig. No. 7)

Familia Rallidae:

Gallínula chloropus pauxilla (BANGS) "polla de agua" *Fúlica ardesiaca* (TSH) "gallareta andina" *Fúlica americana peruviana* (MORR) "gallareta americana"

Familia Anatidae:

Anas bahamensis (VIELL.) "pato gargantillo" *Anas discors* (L.) "pato media luna"
Anas versicolor (TSH.) "pato puna" *Anas cyanoptera* (VINILL) "pato bermejuelo"
Oxyura ferruginea (EYTON) "pato taclón"

Las dos- especies de *Fúlica,* aun cuando difieren en preferencias de habitat y alimento se aparean con tanta frecuencia que es razonable tratarlas como un solo taxón (Fldjélsa, 1982); habiéndose propuesto el nombre de *Fúlica americana ardesiaca* que parece ser el más aceptado en la actualidad. Sin embargo, Fldjélsa (1983) concluye que se trata de dos morfos de una misma especie: *Fúlica ardesiaca* y sugiere una inestabilidad genética dentro de la población. Para los fines del presente trabajo se ha preferido seguir los lincamientos de Fldjélsa y evaluar las poblaciones del género *Fúlica* como pertenecientes a la especie *F. ardesiaca.*

b) Resultados de la Evaluación de Observadores:

Los resultados de los ANVAS se presentan resumidos en el Cuadro I. Las pruebas de comparación de medias de Tuckey resultaron no significativas para todas las comparaciones entre observadores (a : 0.05 6 gl.).

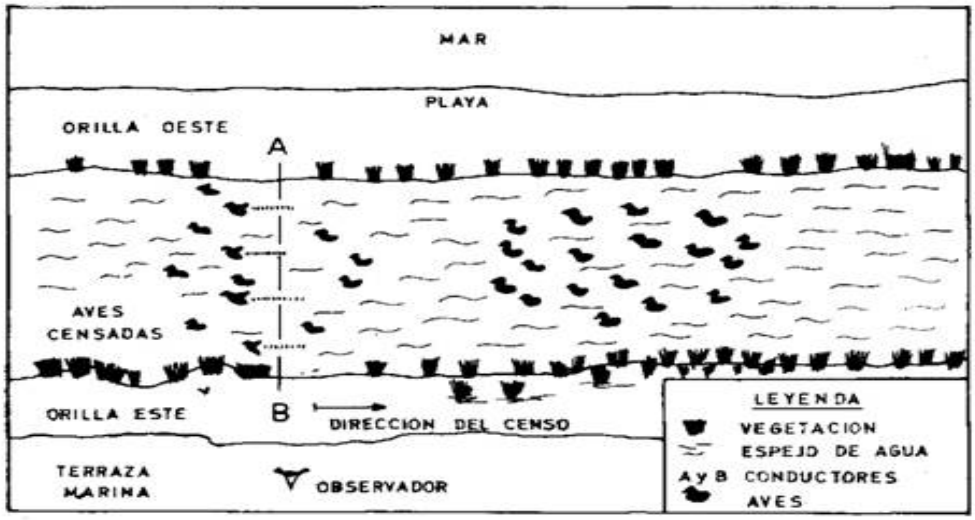


FIGURA 6: METODOLOGIA DEL CENSO POR CONDUCTORES.

AVES DE IMPORTANCIA CINEGETICA

FIGURA 7

GALLINULA CHLOROPUS

FULICA ARDESIACA

ANAS DISCORS

ANAS BAHAMENSIS

SEGUN: MEYER DE SCHAUENSEE (1978)

CUADRO I. NIVELES DE SIGNIFICACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ANVAS DE EVALUACION DE OBSERVADORES

Fuentes	g.l.	Pollas	Gallaretas	Rallidos	Patos	Total
Observadores	2,6	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Sitios	3,6	n.s.	0.01**	0.01**	0.005***	0.01**
C.V. (o/o)	–	54.78 o/o	39.74 o/o	29.09 o/o	19.76 o/o	22.9 o/o

n.s. = No significativo.

CUADRO II RESULTADOS DEL CENSO TOTAL POR SECTORES

Especies	A	B	C	Total
Pollas	273	69	259	595
Gallaretas	146	279	237	698
Patos	18	0	62	80
				1373

CUADRO III RESULTADOS DE CENSOS TOTAL POR CONDUCTORES

Fecha	Pollas	Gallaretas	Rallidos	Patos	Total
19-06-82	704	609	1313	5	1318
19-09-82	1430	393	1823	282	2105
08-10-82	1517	397	1914	144	2058
09-10-82	1381	367	1748	268	2016
09-01-83	421	429	850	9	859
11-03-83*	2	300	302	2	304

* Censo efectuado por transecto.

c) Resultados de la Evaluación del Muestreo Aleatorio Simple y Censo por Fotografías:

A partir de urja prueba de F máxima (Sokal & Rohlf, 1979) se probó la existencia de homogeneidad de varianzas (Ho: $o_1 = o^{\wedge}$, **Q** : 0.05, 3 y 4 gl.) entre los registros de los grupos, por tanto; se calculó la varianza ponderada (Sp^2) como un estimado de la varianza real de la población.

Reemplazando los siguientes valores de la fórmula expuesta anteriormente para determinar el tamaño de muestra:

N = 130
x = 12.667
Sy = 0.633
Sp^2 = 107.27

Se obtiene: n = 87.47 (= 88) unidades de muestra lo que representa el 67.3 o/o del área en estudio.

d) Resultados de los Censos Totales:

Los resultados del censo por sectores se muestran en el Cuadro II. Los resultados de los censos por conductores se presentan en el Cuadro III. Se incluyen además los resultados de un censo realizado por el método de transecto lineal, desde la orilla oeste, facilitado por el escaso número de individuos presentes en la fecha (marzo, 1983).

DISCUSION

Los datos obtenidos del muestreo para la evaluación de observadores fueron empleados directamente en los ANVAS sin ninguna transformación, dado que la prueba de homogeneidad de varianzas (F máxima: Ho: *o 1 = o 2 ; o* 0.05, 3 y 3 gl.) resultó no significativa.

De los ANVAS se puede concluir que las diferencias entre observadores no resultan significativas, hecho que se puede explicar biológicamente dado el escaso número de individuos presentes en el área muestreada, lo que aumenta la fidelidad de los registros simultáneos de los observadores disminuyendo las posibles diferencias entre sí.

En el caso de los sitios del muestreo ocurre lo contrario debido a la distribución desigual de las aves a lo largo de la Albufera; no obstante en el caso de *G. chloropus,* la no significación se debería al alto número de individuos presentes, aún cuando el valor de F cal. (4.643) es muy cercano al valor tabular (5.14), hecho que hace relativo el valorde dicho resultado. El alto coeficiente de variabilidad correspondiente a *G. chloropus* (54.78 o/o) llevaría a pensar en la posibilidad de que su población no se ajuste a los supuestos del Análisis de Varianza (Sokal & Ftolf, 1979). Se requerirían entonces algunas pruebas adicionales.

Cabe señalar que existió confusión en la distinción y reconocimiento de especies de Rállidos por falta de experiencia, hecho que se puede notar por la disminución de los coeficientes de variabilidad parciales de *Fúlica* y *Gallínula* al ser considerados como familia (29.09 o/o).

Al estimar el tamaño de muestra para un censo por M.A.S., la tasa de muestreo de 67.3 o/o resultó ser prohibitiva tanto para un muestreo visual directo que demandaría un elevado número de personas adiestradas y su equipo de registro, como para un censo por fotografías debido al elevado costo del material necesario.

Como se señaló anteriormente, este elevado tamaño de muestra se debe probablemente a la distribución aglomerada de las aves además de su escaso número. Sin embargo, podría tentarse un muestreo por estratos en las épocas del año de mayor abundancia de aves, tomando este dato simplemente como un indicador de las poblaciones existentes.

El censo por sectores aun cuando se basa en la relativa homogenidad de los tres observadores, no deja de presentar notorias fallas debidas principalmente a los siguientes factores:

— Mala diferenciación de especies (principalmente Rállidos) y dado que se trata de tres observadores implica a su vez errores de diferente magnitud.

— Alta movilidad de las aves de un sector a otro la cual obliga a los observadores a realizar el censo en un lapso de tiempo muy corto.

— A consecuencia de lo anterior, el observador no dispone de tiempo para identificar y contabilizar las aves que se ocultan en la vegetación de las orillas.

Todas estas fallas se reducen a un mínimo con el método del censo por conductores, por cuanto hay un único observador el cual mantiene un error constante a lo largo de todo el conteo; además, las aves espantadas hacia su campo visual son contabilizadas y diferenciadas con mayor eficiencia.

Hay que señalar que este método impide la evaluación de la distribución y territorialidad de estas especies, sub-sanable con estudios paralelos; existiendo además el peligro potencial de dañar los nidos que se encuentran en la vegetación herbácea, en consecuencia se hace necesario un avance discreto de los conductores.

En lo que respecta a los resultados y las fluctuaciones poblacionales, debe señalarse que los resultados parciales de abundancia de *Fúlica* y *Gallínula,* tanto como para los censos por sectores como para el primero por conductores (19-06-82) no son fiables debido a los errores que existieron en la diferenciación de estas especies. Aun así el número total de Rállidos es considerado válido.

Estos errores de diferenciación fueron subsanados posteriormente con el entrenamiento y la experiencia adquirida en el trabajo de campo.

En todos los censos se aprecia claramente que los Rállidos han de constituir el principal objeto de caza deportiva, aun cuando los cazadores prefieran a los Anatidos.

De un lado, *G. chloropus* muestra un máximo en su población en octubre de 1982. Posteriormente, disminuyendo hasta casi desaparecer en marzo de 1983, presumiéndose la existencia de migraciones regionales hacia cuerpos de agua cercanos (Albufera de Medio Mundo - Huacho). De otro lado. *Fúlica ardesiaca* mantiene una población casi estable comportándose como una especie residente, habiéndose comprobado que se aparean y nidifican en mayor proporción que *G. chloropus* y además difiere de ésta, en su comportamiento agresivo y altamente territorial en particular ¡ntraespecíficamente.

En los periodos demayor abundancia se logró apreciar que aproximadamente el 80 o/o de los Rállidos son pollas de agua. v

Finalmente, las especies de la familia Anatidae evaluadas en mayor número fueron: *A. bahamensis* y *A. discors,* presentándose sólo ocasionalmente las demás especies.

Ambas especies de patos muestran una mayor población de setiembre a octubre de 1982, disminuyendo en los meses siguientes. Esto se explica en función a su carácter migratorio, siendo estos desplazamientos de orden local y/o intercontinentales.

Los escasos números de aves registrados en verano de 1983 se deberían a las rigurosas condiciones climáticas impuestas por el Fenómeno de El Niño, llegándose a registrar en marzo, humedad relativa de 50 o/o, temperatura de aire: 32°C, temperatura de agua libre 28°C y en las aguas con abundante *Chara* sp. se alcanzaron hasta: 32°C en la superficie.

Otros factores que van en desmedro de la población de aves de importancia cinegética, son los cazadores furtivos y el ganado vacuno que destruyen tanto los nidos como los huevos que contienen; además de la constante quema y siega de la vegetación llevada a cabo por los lugareños, la acción de los recolectores de huevos y pescadores a pesar de tratarse de una área vedada.

CONCLUSIONES

1. La evaluación de observadores indica homogeneidad de los registros obtenidos para las tres especies consideradas individualmente, para Rállidos y para el total.

2. La comparación de las abundancias entre los sitios de muestreo para la evaluación de observadores resultó altamente significativa (ANOVA, prueba de F, a : 0.05) excepto el correspondiente a *G. chloropus.*

3. El método de censo por Muestreo Aleatorio Simple y por Fotografías no resultó adecuado debido a la distribución heterogénea de las aves requiriéndose tasas de muestreo del orden del 67 o/o (87 unidades muéstrales considerando sólo la variable número total de individuos).

4. El Censo por Sectores, se descartó debido a que presentó errores a causa de la tendencia de las aves a ocultarse en la vegetación y su rápido desplazamiento de un sector a otro.

5. El método más adecuado de censos probado hasta el momento es el Censo por Conductores.

6. La mayor población de *G. chloropus* se registró en octubre-1982, (1517 ind.) disminuyendo hasta casi desaparecer en marzo-1983. presumiéndose migraciones locales.

7. La población de *F. ardesiaca* se mantiene uniforme a lo largo del año, con una ligera alza en enero-1983.

8. Las posibles migraciones de Rállidos serían más marcadas debido a las exigencias climáticas durante el Fenómeno de El Niño.

9. La disminución de las poblaciones de aves de importancia cinegética no debidas a migración serían causadas principalmente por la caza furtiva, pérdida de crías, destrucción antropogénica de nidos y del medio ambiente.

10. Las mayores poblaciones de patos registradas corresponden a los meses de set. a oct. - 1982 y a las especies *A. bahamensis* y *A. discors,* siendo muy inconstantes en razón a su alta capacidad de vuelo y carácter migratorio.

RECOMENDACIONES

— Es necesario efectuar censos paralelos en las zonas húmedas aledañas (Albufera de Medio Mundo - Huacho) para verificar posibles migraciones locales.

— Se recomienda mayor control sobre el tránsito y uso que se hace de la zona, así como una efectiva aplicación de los dispositivos legales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Biólogo Edgar Sánchez por su constante aseso-ramiento y por la revisión del manuscrito.

Agradecemos al Bachiller Germán Arellano por ceder gentilmente sus manuscritos inéditos.

En especial agradecernos a los estudiantes M. Apaza, M. Baccarani, D. Kropf, R. Gutiérrez, C. Landeo y D. Velarde de la Facultad de Ciencias de la U.N.A. por su valiosa ayuda en el trabajo de campo.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARELLANO, G. 1982. Informe de Trabajo preliminar en Playa Chica. Periodo **80-82.** Trabajo presentado al Curso Biología Experimental. Departamento de Biología U.N.A. La Molina, Lima, Perú. Inédito.
2. CARDENAS, M. 1978. Sitios Arqueológicos en Playa Chica (Valle de Huaura). Boletín Seminario de Arqueología 19 - 20. Publicación No. 107 del Instituto Riva Agüero P.U.C. Lima, Perú.
3. FLDJELSA, J. 1982. Biology and Systematic telations of the Andean Coot *Fúlica americana* a. (Aves Ra11i dae). Steenstrupia 8:1 -21.
4. FLDJELSA, J. 1983. Geographic Variation in the Andean Coot. *Fúlica ardesiaca,* Bull. Brit. Orn. Cl. 103. (1).
5. KOEPCKE, M. 1963. Aves de Importancia Económica del Perú. Ministerio de Agricultura, Servicio Forestal de Caza y Servicios de Pesquería. Lima, Perú.
6. KOEPCKE, M. 1969. Las Aves del Departamento de Lima. Talleres Gráficos Morson. S.A. Lima, Perú.
7. KOEPCKE, M. & KOEPCKE, J. 1968. División Ecológica de la Costa Peruana. Segunda Edición, Lima. Universidad Agraria; Facultad de Pesquería.
8. PERU. 1980. División General Forestal y Fauna. División de Conservación. Plan Preliminar del Coto de Caza Albufera Playa Chica.
9. PULIDO, V. 1983. Conclusiones sobre experiencias Censales de Areas acuáticas en dos lagunas Costeras y un lago altoandino; Seminario de Conservación de Recursos Forestales I
10. MURILHO, P. 1972. O nexo trófico de Laguna de Cu-maine. Bol. Un. Cons. Nat. 10 (1):23-25.
11. RIGUELET, R. 1962. Ecología Acuática y Continental. Editorial Universitaria de Buenos Aires. Florida.
12. SNEDECOR, G. W & W.G. Cochran. 1967. Statistical Methods. 7th ed. Towa State University. Press. Ames. 593 pp.

13. SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1979. Biometría -Principios y métodos Estadísticos en la Investigación Biológica. H. Blume Ediciones. Rosario, 17, Madrid 5

Evaluación de la Fauna de Vertebrados de las Lomas de Iguanil

David Valverde Falconi[1]

RESUMEN

Entre los meses de agosto de 1982 y agosto de 1983, se realizó una evaluación de la fauna de vertebrados de las Lomas de Iguanil, situadas a 100 km al norte de Lima. El área de evaluación comprendió una quebrada cuyos niveles oscilaban entre 400 y 600 msnm.
Se establecieron comparaciones en la actividad de las aves en función al nivel altitudinal, estribaciones de la quebrada y horas del día. Asimismo, se presenta un inventario de las especies señalando algunas características de interés biológico, como sociabilidad, posición de forrajeo y abundancia.

SUMMARY

The vertébrate fauna were studied in "Lomas de Iguanil", 100 km northern of Lima, from august 1982 to august 1983. The área studied was between 400 and 600 msnm.

Comparisons in bird activity for height levéis, zones and day hours are stablished. Likewise, a checklist of vertébrate species, including sociability, foraging, foraging position and abun dance is given.

INTRODUCCION

Las Lomas son formaciones biológicas que se extienden a lo largo del desierto costero peruano desde los 8° Latitud Sur hasta el norte de Chile, y están caracterizadas por una marcada estacionalidad como consecuencia de la variación estacional de los factores climáticos.

La información disponible sobre la fauna de vertebrados que habita en estas formaciones es escasa. Brack (1974) reporta una lista de 114 especies de vertebrados registrados en las lomas costeras del Perú, recogiendo algunas referencias de otros investigadores como Zúñiga (1942), Ortiz de la Puente (1951) y Koepcke (1963) entre otros. Estudios más recientes se orientan hacia la actividad de la fauna en dicho ambiente. Así, Sánchez (1982) establece correlaciones entre la estacionalidad de los factores climáticos y la variación estacional de la ornitofauna en la Reserva Nacional de Lachay.

Lo destacable de la estacionalidad climática es la determinación de dos épocas, una seca (de diciembre a marzo) y una húmeda (de ¡unió a setiembre), lo cual incide en el desarrollo de diversos estados fenológicos de la vegetación allí presente, sustrato indispensable para el soporte de una población de consumidores y dentro de ella los vertebrados. De allí que el conocimiento de la composición de especies y su actividad sea importante en la medida que permite una mejor comprensión de las interrelaciones que se dan entre los diversos elementos ¿¡óticos de este ecosistema.

El presente trabajo, está referido al estudio de las Lomas de Iguanil (departamento de Lima) con el objetivo de determinar la composición de especies de aves y la variación de su actividad en términos espaciales —nivel altitudinal y estribaciones de la zona de estudio— y temporales — actividad diaria y estacional—.

MATERIALES Y METODOS

Area de Estudio.— Las Lomas de Iguanil están localizadas en la provincia de Chancay, a 100 km al norte de la ciudad de Lima (11°23'34" LS y77°13' 58" LO) ocupando un área de 584 Ha (Figura No. 1). Fisiográf¡carnente corresponden a un sistema de quebradas y colinas orientadas frente al oeste (Torres, 1982), que se extienden en niveles altitud ¡nales que van desde 300 hasta 850 msnm.

La vegetación predominante está representada por *Caesalpinia tara* "tara". *Carica candicans* "mito" y *Capparis prisca* "palillo" dentro de las especies arbóreas; y *Nicotiana paniculata* "tabaco" dentro de las arbustivas.

La distribución de la vegetación no es uniforme, y esto se debe a dos factores: el nivel altitudinal y la exposición de las laderas. En los fondos de quebrada predominan el mito, palillo y tara en los niveles 400, 500 y 600 msnm, respectivamente; en tanto que, las laderas expuestas a la acción de los vientos (Ladera izquierda o norte) tienen una densidad mucho mayor, que aquellas sitiuadas a sotavento (Ladera derecha o sur).

De las seis quebradas que constituyen las Lomas de Iguanil se eligió la Quebrada Granados, de ubicación central, como zona de estudio por considerarse la más representativa. Figs. Nos. 2 y 3.

METODOLOGIA

Se estableció la actividad de las aves como variable a ser evaluada por medio de la observación visual directa. Para ello se fijaron tres puestos de observación luego de realizar un test previo a la evaluación y probar diferencias estadísticamente significativas entre ellos (P = 0.05) en relación con la distribución de especies arbóreas. Dichos puestos se ubicaron en los niveles altitud ¡nales de 400, 500 y 600 msnm.

En cada uno de los niveles se evaluó la actividad para cada una de las zonas generadas por las estribaciones y que correspondieron a Ladera Izquierda (Norte), Fondo de Quebrada y Ladera Derecha (Sur). Estas mediciones se repitieron en tres periodos de tiempo: matinal (6.00 - 8.00 horas), mediodía (12.00 - 14.00 horas) y vespertino (16.00 - 18.00 horas). Cada periodo de registro fue dividido en 40 minutos para cada zona.

Dado que los individuos están a menudo irregularmente distribuidos, es preferible utilizar Indices de Abundancia Relativa (IAR) antes que la densidad, sobre todo si el interés principal es conocer como cambia la población (Odum, 1972). Por esta razón, los registros obtenidos para cada uno de los doce meses (que fue el periodo de evaluación) se manejan como IAR al tiempo y las unidades son expresadas en individuos/hora.

Los registros fueron tratados mediante análisis de varianzas (ANVA) utilizando el Diseño de Bloques Completos Randomizados para experimentos factoriales parciales (3 x 3), en donde la variación estacional fue considerada dentro de bloques y las interacciones -HORA versus ZONA y NIVEL ALTITUDINAL versus ZONA— como tratamientos.

Finalmente, el inventario de especies se completó mediante recorridos efectuados por distintas áreas dentro de las Lomas.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Inventario de especies.— En el periodo de evaluación se registraron 40 especies, correspondiendo 3 a reptiles, 34 a aves y 3 a mamíferos. A continuación se presenta la relación de ellas, incluyendo algunas características de interés biológico como posición de forrajeo, sociabilidad y frecuencia de observación.

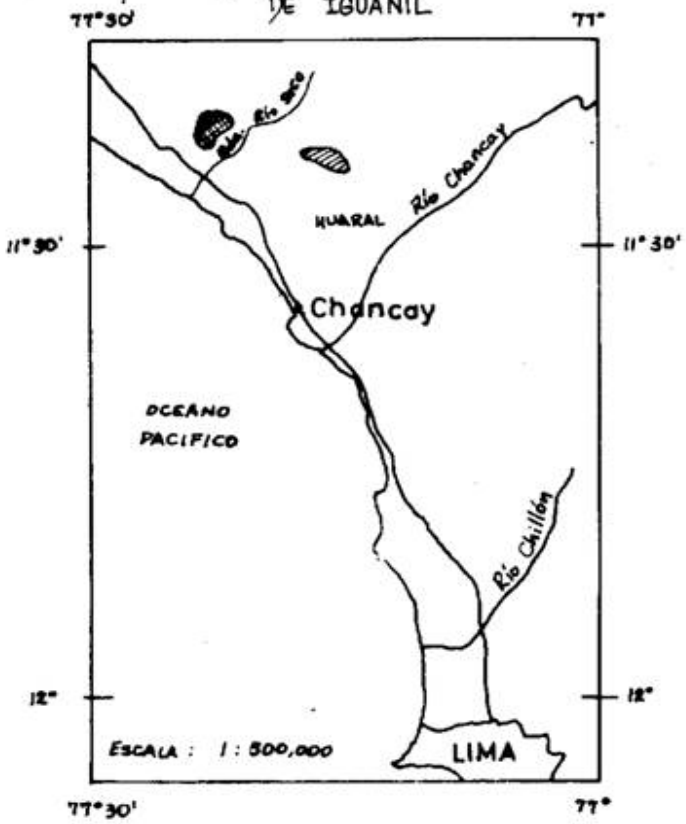
Posición de forrajeo: Se incluyen cinco categorías.
C Copa. Especies que forrajean en la parte más alta de árboles.
T Tronco. Especies que forrajean por debajo de la copa.
A Aéreo. Especies que capturan su presa al vuelo.
S Suelo. Forrajeo a nivel del suelo, sobre sustrato herbáceo (Sh) o rocoso (Sr).

Sociabilidad: Es una característica común de conducta animal, categorizada en dos Ítems.
S Solitaria. Especies no sociales que forrajean individualmente en pares o en grupos familiares pequeños.
G Gregaria. Especies sociales que comúnmente viajan en bandadas.

Abundancia: Está referida a frecuencia de observación, siendo una medida relativa e inevitablemente subjetiva. C Común. N No común. R Rara.

Ver Cuadro A.

Fig. 1 UBICACION DE LAS LOMAS DE IGUANIL



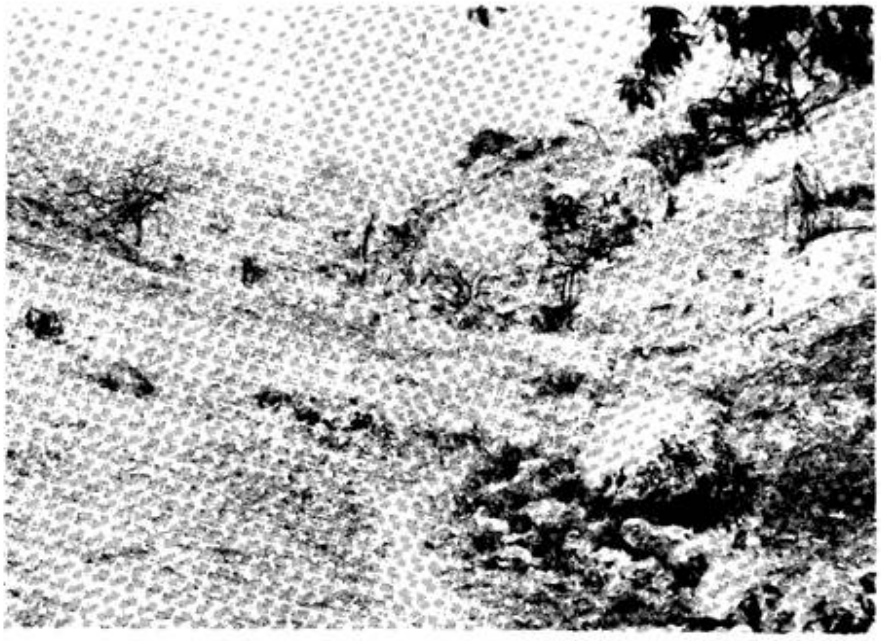


Fig. 2 Vista del fondo de quebrada en el nivel 500 (agosto 1982).

CUADRO A

Especies	P. Forr.	Sociab.	Abundc.
REPTILES			
Fam. Iguanidae			
– *Tropidurus peruvianus* "lagartija"	Sr	S	C
Fam Gekkonidae			
– *Phyllodactylus sp.* "geko"	Sr	S	R
Fam. Viperidae			
– *Bothrops pictus* "sancarranca"	Sh	S	R
AVES			
Fam Tinamidae			
Nothoprocta pentlandii "perdiz serrana"	Sh	S	R
Fam Accipitridae			
– *Geranoetus melanoleucus* "aguilucho grande"	A	S	N
Fam Falconidae			
Falco sparverius "cernícalo"	C, A	S	N
– *Falco sp.* "halcón"	A	S	R
Fam. Burhinidae			
– *Burhinus superciliaris* "huerequeque"	Sr	S	R
Fam. Columbidae			
Zenaida auriculata "madrugadora"	Sh	G	C
Columbina cruziana "tortolita peruana"	Sh	S	C
– *Metriopelia ceciliae* "cascabelita"	Sh	S	R
Fam Psittacidae			
– *Bolborhynchus aurifrons*	?	G	C
Fam. Strigidae			
- *Athene cunicularia* "lechuza de los arenales"	Sr	S	C
Fam Trochilidae			
– *Colibri coruscans* "colibrí azul"	T	S	R
– *Amazilia amazilia* "amazilia costeña"	T	S	C
Rhodopis vesper "picaflor cola ahorquillada"	T	S	C
– *Thaumastura cora* "picaflor de Cora"	T	S	R
– *Myrtis fanny* "picaflor de Fanny"	T	S	N
Fam. Furnariidae			
– *Geositta peruviana* "pampero peruano"	Sr	S	C
– *Geositta crassirostris* "pampero pico grueso"	Sr	S	N
- *Asthenes cactorum* "canastero de los cactus"	Sh	S	R

CUADRO A

Especies	P. Forr.	Sociab.	Abundc.
REPTILES			
Fam Tyrannidae			
- *Pyrocephalus rubinus* "turtupilín"	T, A	S	C
– *Muscisaxicola maclovianus* "dormilona cabeza ostra"	Sr	S	M
Fam. Turdidae			
– *Turdus chiguanco* "chiguanco"	T, C	S	R
- *Turdus chiguanco* * "chiguanco"	T, C	S	R
Fam. Troglodytidae			
Troglodytes aedon * "cucarachero"	Sh	S	C
Fam. Hirundinidae			
– *Notiochelidon cyanoleuca* "santa rosita"	A	G	C
Fam. Coerebidae			
– *Conirostrum cinereum* "mielerito gris"	T	S	N
Fam Icteridae			
Pezites militaris "pecho colorado"	T	S	R
Fam. Fringillidae			
– *Saltator aurantiirostris* "pepitero de corbata"	Sh	S	R
Phrygilus chrysopeplus "pepitero amarillo"	Sh	S	R
– *Volatinia jacarina* "saltapalito"	Sh	S	N
Sporophila oscura "espiguero pardo"	Sh	S	R
Sicalis raimondii "trile bajoandino"	Sh	G	R
– *Phrygilus alaudinus* "frigilo cola blanca"	Sh	S	N
– *Zonotrichia capensis* "pichisanka, gorrión americano"	Sh	S	C
– *Poospiza hispaniolensis* "dominiqui común"	Sh	S	C
Carduelis magellanica "jilguero cabeza negra"	Sh	G	C
MAMIFEROS			
Fam Chinchillidae			
– *Lagidium peruanum* "vizcacha"	S	S	R
Fam. Canidae			
– *Dusicyon culpaeus* "zorro andino"	S	S	R
– Una especie de murciélago no identificado	A	G	C

La identificación y corroboración de las especies listadas se hizo mediante los manuales de identificación de Knepcke (1964), Meyer de Schauensee (1978) y el catálogo de Parker et al. (1982).

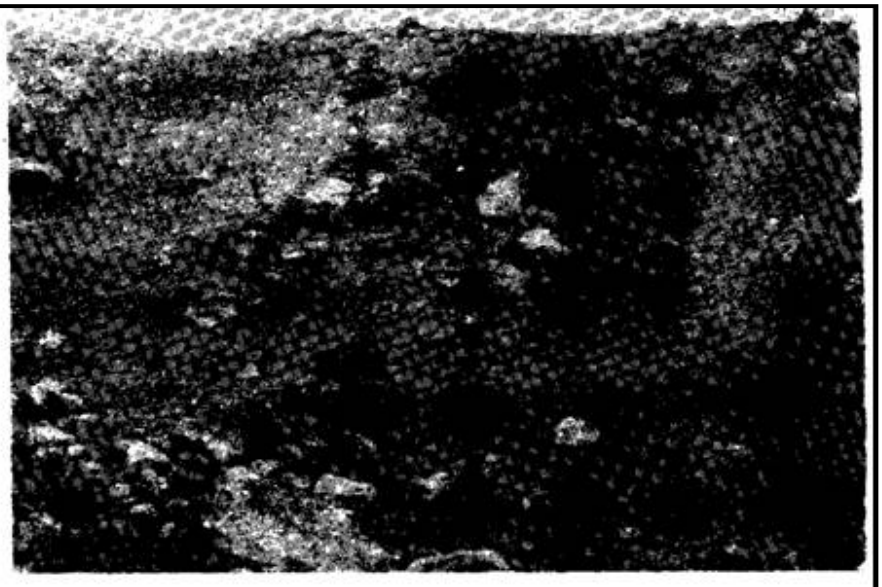


Fig. 3 Vista de la ladera derecha en el nivel 500 (agosto 1982).

La identificación y corroboración de las especies listadas se hizo mediante los manuales de identificación de Koepcke (1964), Meyer de Schauensee (1978) y el catálogo de Parker *et al.* (1982).

B. Actividad por especie y total:

El Cuadro 1 muestra la actividad por especie y total registrada durante los doce meses de evaluación. Puede observarse claramente que los resultados no responden al patrón estacional típico de Lomas, difiriendo considerablemente de aquellos obtenidos por Sánchez (1982) y de observaciones realizadas por el autor durante 1978 en las Lomas de Lachay. La explicación de este hecho, radica en la presencia del Fenómeno de El Niño a lo largo de la costa peruana desde el mes de octubre de 1982 hasta noviembre de 1983, que corresponde justamente al periodo en que se realizó la presente evaluación.

Los efectos de El Niño se manifestaron con alteraciones de las condiciones climáticas, que en las Lomas se tradujeron en una precipitación inusual en la estación de verano, prolongándose hasta tres meses después (enero a junio). Esto trajo como consecuencia el desarrollo-también inusual de algunas especies que como *Nicotia-na paniculata* alcanzó alturas por sobre 1.50 m y una cobertura mayor del 80 o/o en el área evaluada, observándose hasta tres generaciones, impropio de una especie anual. Por otro lado, las limitaciones —disponibilidad de agua y alimento, temperatura— que en otras circunstancias eran determinantes para la presencia o ausencia de determinadas aves, estuvieron atenuadas bajo estas nuevas condiciones.

De allí que los resultados obtenidos tengan validez solamente para situaciones excepcionales como la que se presentó en este periodo.

El Cuadro 2 muestra la actividad total de individuos en términos del nivel altitudinal, estribaciones de la quebrada y hora del día.' Estos resultados analizados mediante un Diseño de Bloques Completos Randomizados no obtuvieron significación estadística.

C. Variación espacial de la actividad:

a) Variación Altitudinal. El Cuadro 3 muestra el análisis de varianza para los factores Nivel x Zona, apreciándose que aun aumentando la sensibilidad de la prueba, los tres niveles de altura considerados no muestran diferencias estadísticamente significativas.

Es probable que la homogeneidad encontrada entre los niveles de altura se deba al mantenimiento de condiciones climatológicas similares —principalmente la humedad— y por tanto la expresión fisionómica de la comunidad vegetal será también semejante a lo largo del gradiente altitudinal.

Variación debido a las Estribaciones.— Las diferentes condiciones de humedad que se presentan en las zonas generadas por las estribaciones (Ladera izquierda (LI), Fondo de quebrada (FQ) y Ladera derecha (LD) como consecuencia de la exposición a los vientos, determinan una estructura de vegetación diferente en ellas, notándose un gradiente de diversidad y densidad de mayor a menor en la dirección ladera izquierda a ladera derecha.

Como se muestra en la Figura 5, estas diferencias se manifestaron también en la actividad animal. La actividad fue mayor en la ladera izquierda, la cual ofrece un mayor número de ambientes para protección o descanso y también una mayor disponibilidad de recursos para el forrajeo.

Si bien la tendencia hacia una mayor actividad se presenta en la ladera izquierda, el mes de octubre muestra una situación marcadamente diferente. Ello se debió a la presencia de una especie visitante ocasional, altamente gregaria, *Sica/rs raimondii* que en bandadas que superaban los 300 individuos, ocuparon azarosamente el fondo de quebrada, modificando de este modo, las tendencias esperadas.

En el Cuadro 3, se muestra el análisis de varianza para los factores Nivel x Zona, observándose que existe una diferencia estadísticamente significativa (P = 0.05) para las zonas generadas por las estribaciones. La prueba de contrastes muestra que esta diferencia está determinada por la interacción ladera izquierda-ladera derecha, no existiendo diferencias entre cada una de ellas y el fondo de quebrada. Este resultado viene a corroborar La existencia del gradiente de diversidad y densidad antes mencionado. Es lógico afirmar que el fondo de quebrada actúa como amortiguador entre las condiciones diferentes que ofrecen las laderas.

CUADRO 1 INDICES DE ABUNDANCIA RELATIVA POR ESPECIE Y TOTAL (Individuos/hora)

ESPECIES	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1. *Z. capensis*	189.0	592.5	240.0	294.0	286.5	550.5	214.5	37.5	162.0	381.0	348.0	199.5
2. *Troglodytes aedon*	34.5	7.5	28.5	43.5	46.5	55.5	40.5	160.5	49.5	123.0	72.0	36.0
3. *Fam. TROCHILIDAE*	6.0	49.5	718.5	31.5	625.5	799.5	483.0	7.5	15.0	313.5	186.0	159.0
4. *Pyrocephalus rubinus*	13.5	13.5	9.0	19.5	33.0	40.5	18.0	64.5	22.5	28.5	22.5	30.0
5. *Geositta spp.*	34.5	19.5	49.5	21.0	16.5	12.0	---	34.5	6.0	6.0	---	1.5
6. *Carduelis magellanica*	1.5	25.5	45.0	12.0	48.0	9.0	15.0	---	---	---	3.0	22.5
7. *P. hispaniolensis*	---	---	---	10.5	3.0	67.5	78.0	1.5	33.0	67.5	21.0	1.5
8. *C. cinereum*	---	3.0	---	22.5	109.5	27.0	---	1.5	36.0	70.5	34.5	45.0
9. *B. sortifrons*	10.5	46.5	108.5	4.5	64.5	64.5	28.5	---	---	---	---	37.5
10. *P. alaudinus*	12.0	3.0	25.5	6.0	1.5	---	---	70.5	---	3.0		21.0
11. *N. cyanoleuca*	1.5	---	15.0	---	---	43.5	112.5	67.5	52.5	---	60.0	183.0
12. *Columbina cruziana*	---	---	---	---	4.5	28.5	49.5	67.5	1.5	1.5	6.0	10.5
13. *Zenaida auriculata*	---	---	1.5	1.5	4.5	16.5	13.5	6.0	---	---	7.5	---
14. *Metropelia ceciliae*	---	---	3.0	1.5	31.5	---	---	10.5	---	---	---	10.5
15. *M. maclovianus*	6.0	---	---	4.5		---	---	---	---	---	21.0	13.5
16. *Sicalis raimondii*	---	---	895.5	526.5	9.0	---	---	---	---	---	---	1.5
17. *Tumbis chiguanco*	---	3.0	4.5	---	---	---	---	---	---	---	---	1.5
18. *Volatinia jacarina*	---	---	---	---	---	---	---	---	---	28.5	6.0	1.5
19. *Asthenes cactorum*	---	---	---	---	---	---	---	---	---	6.0	15.0	---
20. *S. arenicolaris*	---	---	---	---	43.5	---	9.0	---	---	---	---	---
21. *N. peruanus*	---	---	---	---	---	---	---	---	---	3.0	---	---
22. *Poeites militaris*	---	---	---	---	---	1.5	---	---	---	---	---	---
23. *P. chrysopeplus*	---	---	---	---	1.5	---	---	---	---	---	---	---
No. de individuos	309	764	2144	999	1329	1716	1062	530	378	1032	812	774
No. de especies	10	10	13	14	16	13	11	12	9	12	14	16

CUADRO 2 ACTIVIDAD TOTAL EN FUNCION A ALTURA, ESTRIBACIONES Y HORA

ALTURA	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Abr	May	Jun	Jul	Ago
400	71	272	1386	180	414	524	311	72	131	534	494	188
500	126	249	467	120	391	675	232	173	53	285	165	321
600	112	243	291	699	524	517	519	285	184	213	153	265
ESTRIB.	**Ago**	**Set**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Ene**	**Feb**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**
LI	96	327	593	720	495	569	465	284	120	351	344	305
FO	114	209	1240	159	428	588	282	147	126	351	239	235
LD	99	228	311	120	406	559	315	99	132	330	229	234
HORA	**Ago**	**Set**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Ene**	**Feb**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**
H1	99	237	617	167	596	617	374	72	17	453	290	0
H2	71	237	1164	132	271	495	259	266	196	282	234	417
H3	139	290	363	700	462	604	429	192	165	297	288	357
TOTAL	309	764	2144	999	1329	1716	1062	530	378	1032	812	774

CUADRO 3 ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS FACTORES NIVEL X ZONA

FUENTES	G.L.	S.C.	C.M.	Facic.	Ftab. (0.05)	
Bloques	11	699.16	63.56	6.29	1.91	**
Tratamientos						
– Nivel	2	24.59	12.30	1.22	3.11	NS
– Zona	2	69.95	34.98	3.46	3.11	*
– Nivel x Zona	4	49.61	12.40	1.23	2.43	NS
Error	88	888.54	10.10	—		
TOTAL	107	1731.85	—	—		

Prueba de Contrastes:

A. ZONAS.-

	C.M.	Fcalc.	Ftab. (0.05)	
LI - FQ	19.76	1.9564	3.96	NS
LI - LD	69.86	6.9168	3.96	*
LD - FQ	15.31	1.5158	3.96	NS

B. NIVELES

	C.M.	Fcalc.	Ftab. (0.05)	
400 - 500	22.64	2.2411	3.96	NS
400 - 600	1.37	0.1353	3.96	NS
500 - 600	12.88	1.2750	3.96	NS

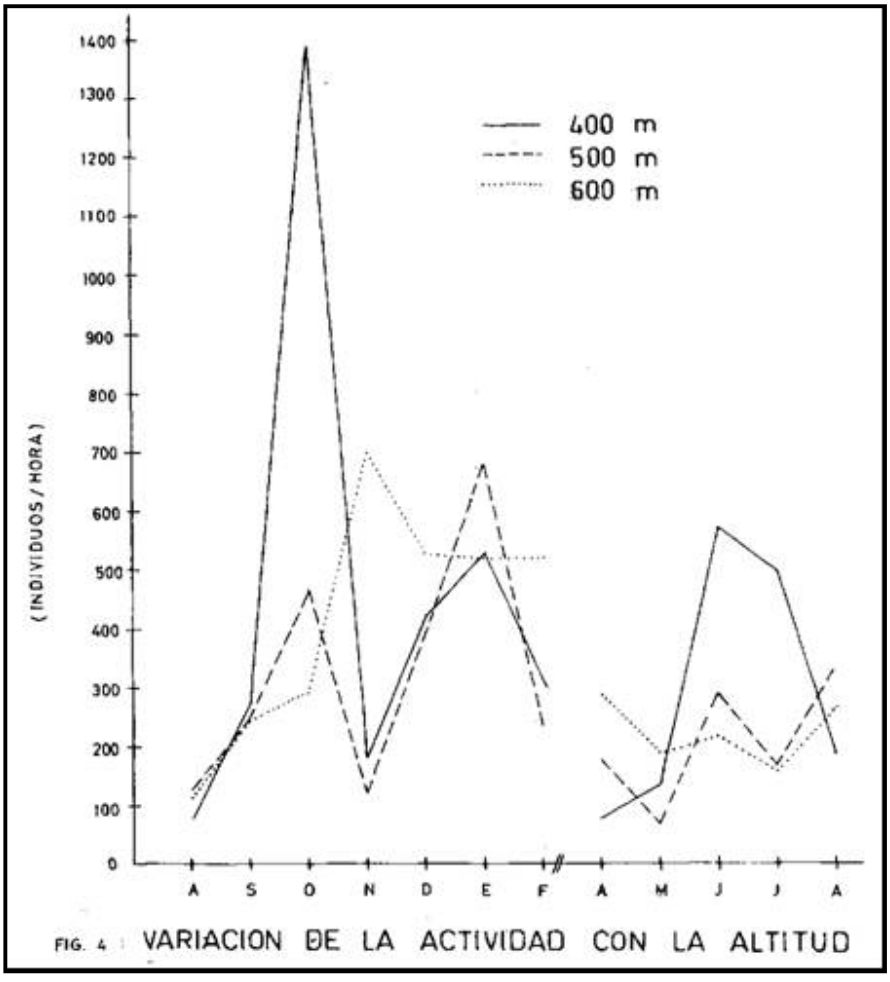


FIG. 4 : VARIACION DE LA ACTIVIDAD CON LA ALTITUD

D. Variación temporal de la actividad:

a) Actividad diaria.— Se observó que no existen diferencias en las actividades matinal, de mediodía y vespertina, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Sánchez (1982). Es probable que no sólo sean los patrones de conducta de cada especie los que determinen tal comportamiento, sino que además deben tomarse en cuenta otros parámetros meteorológicos como son el viento y la precipitación, elementos perturbadores de (a actividad.

En la Figura 6, se observa una ligera tendencia hacia una menor actividad al mediodía, que no llega a adquirir una significación estadística.

El Cuadro 4, muestra el análisis de varianza para los factores Hora por Zona, en donde el efecto hora (actividad) no es significativo, tampoco lo es la Zona, pero sí la interacción Hora-Zona. Con el fin de observar las interacciones al interior de las horas o zonas, se muestra la Prueba de Contrastes.

Se observa que tampoco hay significancia entre las horas. Y en el caso de las zonas a pesar de no ser significativa la diferencia entre ellas, al efectuar la prueba de contrastes, se obtienen los mismos valores que en el Cuadro 3.

b) *Actividad Estacional.*— Si bien se observa una variación mensual de la actividad con valores altamente significativos, no es posible establecer una diferencia marcada a nivel de estaciones; las razones ya fueron mencionadas anteriormente.

Lo destacable en este punto es la variación en la composición de especies, muchas de ellas abundantes en comparación a otros años en que las condiciones no fueron tan cambiantes como en el periodo de evaluación. Otras, visitantes de invierno permanecieron casi todo el año, como es el caso de *Bolborynchus aurifrons* que fue observada durante ocho meses, cuando normalmente visita la loma sólo en época invernal.

En la familia Trochilidae también se observó un incremento en su abundancia, alcanzado valores máximos en octubre y enero, coincidiendo son las épocas de máximo florecimiento de la herbácea *Nicotiana paniculata.*

CONCLUSIONES

1. Se registraron un total de 40 especies, de las cuales 3 fueron reptiles,34 aves y 3 mamíferos.

2. No se observaron diferencias signif i cativas en la actividad a diferentes niyeles altitudinales.

3. En las zonas generadas por las estribaciones, la ladera izquierda mostró ser significativemente diferente de la ladera derecha.

4. La variación espacial de la actividad de las aves está directamente relacionada con la estructura de la vegetación.

5. La actividad diaria tampoco muestra diferencias significativas a pesar de observarse una tendencia hacia una menor actividad al mediodía.

6. La actividad mensual (estacional) mostró diferencias altamente significativas, aunque los valores obtenidos no se ajustaron a los patrones estacionales típicos de lomas.

7. El Fenómeno de El Niño originó variaciones climáticas que en las lomas se manifestó con el cambio de los patrones estacionales en la actividad de las aves.

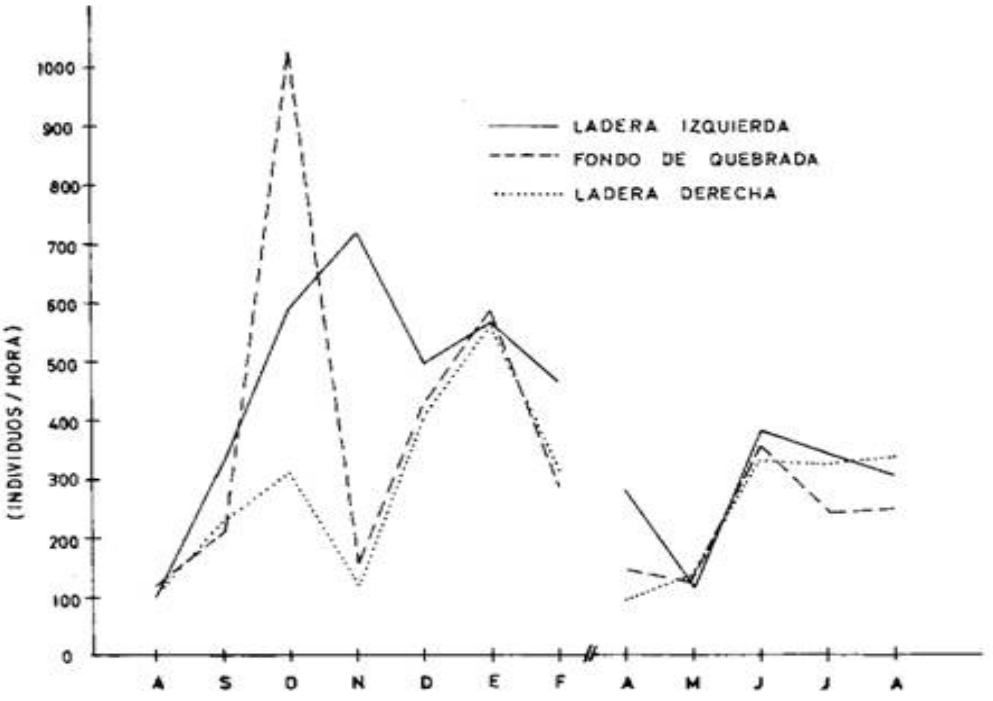


FIG. 5 : VARIACION DE LA ACTIVIDAD CON LAS ESTRIBACIONES

CUADRO 4 ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS FACTORES HORA X ZONA

FUENTES	G.L.	S.C.	C.M.	Fcalc.	Ftab. (0.05)	
Bloques	11	908.97	82.33	10.14	1.91	**
Tratamientos						
– Hora	2	33.18	16.59	2.04	3.11	NS
– Zona	2	42.70	21.35	2.62	3.11	NS
– Hora x Zona	4	93.65	23.41	2.87	2.43	*
Error	88	717.26	8.15	—		
TOTAL	107	1795.76	—	—		

Prueba de Contrastes:

A. ZONAS

	C.M.	Fcalc.	Ftab. (0.05)	
LI - FQ	6.28	0.7705	3.96	NS
LI - LD	41.98	5.1505	3.96	*
LD - FQ	15.78	1.9360	3.96	NS

B. HORAS

	C.M.	Fcalc.	Ftab. (0.05)	
H1 - H2	21.59	2.6489	3.96	NS
H2 - H3	0.39	0.0478	3.96	NS
H1 - H3	27.79	3.4095	3.96	NS

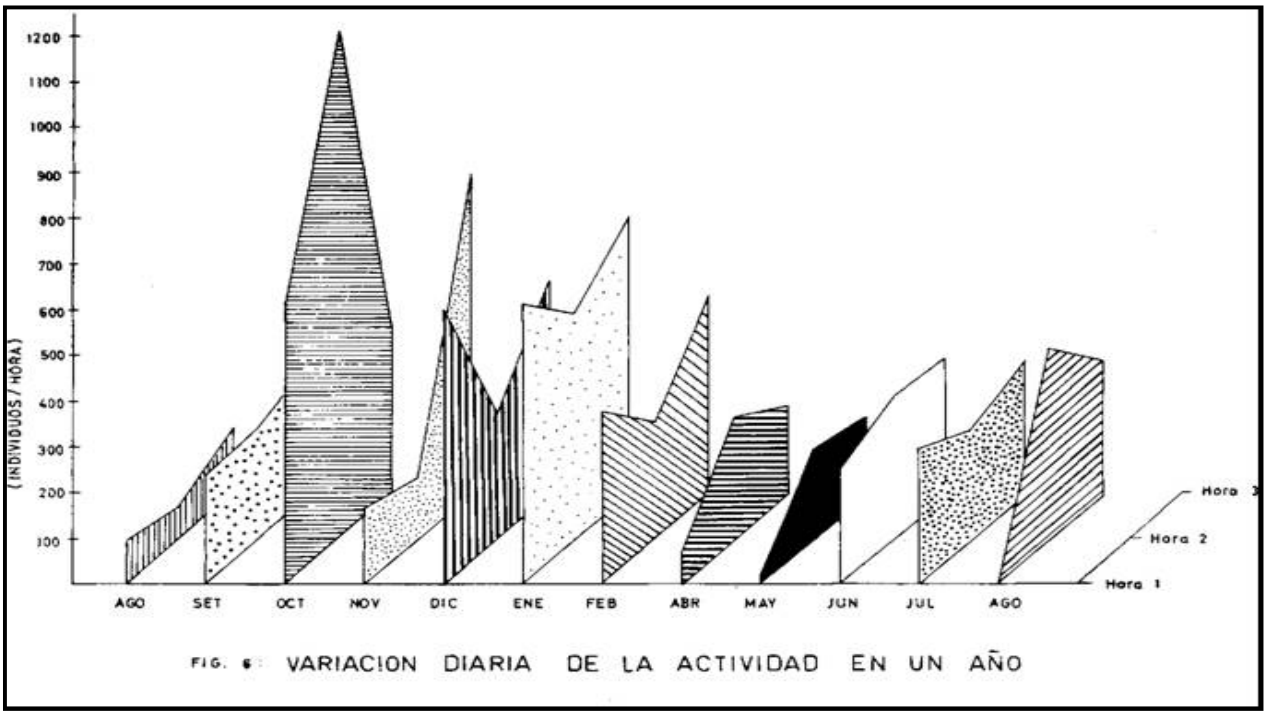


FIG. 6: VARIACION DIARIA DE LA ACTIVIDAD EN UN AÑO

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BRACK, E. Antonio. 1974. Los Vertebrados de las Lomas Costeras del Perú. Anales Científicos UNA. Vol. XII, No. 3-4. Lima.
2. KOEPCKE, María. 1963. Anpassungen und geographis-che Isolation bei Vólgeln der peruanischen Küstenlo-mas. Proc. XIII Intern. Ornithol. Congr.: 1195-1213.
3. 1964. Las Aves del Departamento de Lima. Editado por M. Koepcke. Lima.
4. MEYER DE SCHAUENSEE, R. 1978. A Guide to the Birds of Venezuela. Princeton University Press.
5. ODUM, Eugene. 1972. Ecología. Nueva Editorial In-teramericana. México.
6. ORTIZ DE LA PUENTE, J. 1951. Estudio monográfico de los Quirópteros de Lima y alrededores. Publ. Mus. Hist. Nal "Javier Prado", Serie A Zool., No. 7, pp. 1 -48. Lima.
7. PARKER, T. *et al.* 1982. An Annotated Checklist of Peruvian Birds. Buteo Books. Vermillion, South Dako-ta. EUA.
8. SANCHEZ I., Edgar. 1982. Actividad Diurna y estacionalidad de la avifauna del puquial de las Lomas de Lachay. Zonas Aridas. No. 1. pp. 66-74. Lima.
9. TORRES, J. y LOPEZ, C. 1982. Productividad Primaria Neta y sus factores ecológicos en Lomas de la Costa Central del Perú **(1977-1979).** Zonas Aridas. No. 1. pp. 58-65. Lima.
10. ZUÑIGA, E. 1942. Observaciones ecológicas sobre los mamíferos de las Lomas. Bol. Mus. Hist. Nat. "Javier Prado". 6(22-23): pp. 392-399. Lima.

Ecología de *Penicillium* en los Suelos de las Lomas de Lachay (Perú).2 . Distribución

Jhoncon[1] y Marcel Guitierraz Correa[2]

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la distribución del género **Penicillium** *en los suelos de las Lomas de Lachay (Perú). Utilizando el método de diluciones en placa, se obtuvieron 717 aislamientos con un total de 63 especies, de las cuales* **P. fuscum** *(Sopp) n. comb.,* **P. kapuscinskii** *Zaleski,* **P. kurssanovii** *Chalabuda,* **P. lilacinum** *Thom y* **P. ochrochlo-ron** *Biourge fueron consideradas como especies pioneras o colonizadoras. Se encontró un patrón de sucesión y se determinó la frecuencia y la densidad relativa de las diferentes especies de* **Penicillium** *Igualmente, se reportan 24 especies nuevas para suelos peruanos y 35 para suelos áridos y desérticos.*

SUMMARY

A study was made of the distribution of the genus **Penicillium** *in the soils of the "lomas" of Lachay (Perú). Using the dilution píate method, 717 isolates were obtained with 63 species, from which* **P. fuscum** *(Sopp) n. comb.,* **P. kapuscinskii** *Zaleski,* **P. kurssanovii** *Chalabuda,* **P. lilacinum** *Thom y* **P. ochrochloron** *Biourge were con-sidered as pioneer or colonizer species. A pattern of succession was established and, both the frecuency and relative density of the va-rious species of* **Penicillium** *were determined. Likewise, 24 new records of penicillia are reponed for Peruvian soils and 35 for arid and desert soils.*

INTRODUCCION

Hasta hace poco tiempo poca atención había sido dada a la composición micológica de los suelos del Perú (Gochenaur, 1970). En estudios anteriores (Gutiérrez-Correa *et al.,* 1982; Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1981) se ha enfatizado sobre la importancia ecológica de los hongos de suelo en ambientes naturales como las "lomas" de Lachay. Este tipo de formaciones vegetales ha sido descrito en detalle por Torres y López (1981).

La dependencia de la microflora hacia los restos orgánicos como fuentes de energía, sugiere una relación estrecha entre la productividad primaria y cobertura vegetal. Estas dependen mayormente de factores del suelo como disponibilidad de nutrientes, contenido de humedad, temperatura, pH y otros (Alexander, 1964; Gochenaur, 1978; Jones y Richards, 1977; Orpurt y Curtís. 1957; Papendorf, 1976; Wicklow y 'Vittingham, 1974, 1978; Witkamp, 1966; Wong, 1975).

Numerosos investigadores reportan al género *Penicillium* como uno de los más frecuentes y fáciles de detectar en ambientes naturales (Gochenaur, 1970; Orpurt y Curtis, 1957; Moucha-cca y Joly, 1970; Papendorf, 1976; Singh, 1976; Vollmer *et al.,* 1977). Igualmente, existen informes que indican a algunas especies de *Penicillium* como buenas degradadoras de materia orgánica en el suelo (Dubovska, 1976; Ivarson, 1974; Wani y Shinde, 1977; Williams y Parkinson, 1964; Yokoyama y Tubaki, 1973).

El objetivo de este estudio fue el de investigar la distribución del género *Penicillium,* en términos de frecuencia y densidad relativa, en los suelos de las lomas de Lachay.

MA TERIALES Y METODOS

La zona de trabajo fue una de las quebradas de las lomas de Lachay situada entre los 400 y 500 msnm según lo reportado anteriormente (Gutiérrez-Correa y Jhoncon, 1982; Gutiérrez-Correa *et al.,* 1982; Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1981), realizándose 5 muéstreos aproximadamente mensuales durante los meses de junio a diciembre de 1977.

En cada muestreo fueron colectadas, al azar y en frascos estériles, 24 muestras de suelo hasta una profundidad de 5 cm. Igualmente, se tomaron muestras de suelo en latas metálicas para determinar el contenido de humedad mediante el método gravimétrico.

Para el análisis micoíógico se empleó la técnica de diluciones sucesivas en placas petri (Mishra, 1966a,b; Gochenaur, 1970; Wicklow y Whittin-gham, 1974, 1978; Papendorf, 1976; Vollmer *et al.,* 1977). La máxima dilución empleada fue 1/10000 y se utilizó agar papa con dextrosa (PDA) suplementado con oxitetraciclina (0.01 mg/ml). Las placas fueron incubadas a 28° - 30°C por 5 - 7 días. Pasado este periodo, se procedió al conteo de colonias de penicilios expresando los resultados en número de "unidades forma-doras de colonias" (ufe) por gramo de suelo seco, según la siguiente fórmula:

Número de colonias x Factor de dilución x Factor de humedad = ufc por placa del suelo

Finalmente, se realizaron aislamientos de las diferentes especies de penicilios y se calculó la densidad relativa y la frecuencia de aparición de acuerdo a las siguientes expresiones (Phelps, 1973; Wicklow y Whittingham, 1974; Singh, 1976):

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{Número de colonias de una especie en todas las placas}}{\text{Número total de colonias de todas las especies en todas las placas}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de placas en que aparecía una especie}}{\text{Número de placas}} \times 100$$

La identificación de las especies de *Penicillium* se realizó en base a Fassa-tiová (1977), Gangawane y Deshpande (1972), Kulik (1968), Martínez y Ramírez (1978a,b), Ramírez *et al.* (1978); Raper y Thom (1949), Sam-son *et al.* (1977) y Udagawa y Horie (1977).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los suelos de las lomas de Lachay fueron de textura arenosa con pH promedio de 5.41, conductividad eléctrica de 0.64 mmhos/cm y con niveles de fósforo y potasio de 12.9 y 164.9 ppm, respectivamente. Otras características han sido reportadas en otra publicación (Gutiérrez-Correa y Jhoncon, 1982). La vegetación dominante estuvo integrada principalmente por *Bromus s tria tus* Hicht, *Avena bar bata* Brot, *Paspalum* sp., *Piquería peruviana* (Gmelin) Robins, *Crotón ruizianus* Muell., *Senecio* sp., *Caesalpinia tincto-ria* (H.B.K.) Dombey y *Capparisprisca* Macbr; conforme ha sido reportado anteriormente (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1981; Gutiérrez-Correa *et al.,* 1982; Torres y López, 1981).

Se obtuvieron 717 aislamientos que representaron 63 especies, de las cuales 49 fueron identificadas. El resto de aislamientos no pudo ser identificado a nivel de especie puesto que no coincidieron con las claves de identificación normalmente aceptadas (Fassatiová, 1974; Kulik, 1968; Raper y Thom, 1949). Es posible que dentro de los 14 aislamientos sin identificar se tengan nuevas especies y/o variedades, lo cual será posteriormente determinado.

De las 63 especies identificadas, 24 son nuevos reportes para suelos peruanos en comparación con lo encontrado por Gochenaur (1970). Igualmente, 35 especies son nuevos reportes para suelos áridos y desérticos en comparación con lo reportado por Mouchacca y Joly (1970) (Cuadro 2). En general, la población de penicilios en los suelos de Lachay corresponde al 50.18 o/o de la población total de microhongos conforme fue anteriormente reportado (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1981).

En el Cuadro 2 se presenta la distribución de las diferentes especies de penicilios durante los cinco muéstreos. Se puede observar que las especies *P. fuscum, P. kapuscinskii, P. kurssanovii, P. lilacinum, P. ochro-chloron* fueron aisladas en todos los muéstreos, mostrándose indiferentes a los cambios climáticos. Los muéstreos fueron realizados durante la llamada "época húmeda", la cual comienza, generalmente, en julio y termina en noviembre o diciembre (Torres y López, 1981). Durante estos meses la humedad del suelo se incrementa gradualmente y luego declina a niveles muy bajos (Cuadro 1**).** Las especies antes mencionadas han sido consideradas como pioneras,

colonizadoras o autóctonas, según los criterios de **A-**lexander (1964) y Mishra (1966 a,b), quienes consideran como colonizadoras o autóctonas a todas aquellas especies que presentan constancia en los aislamientos, en la medida que poseen gran tolerancia ecológica a las variaciones climáticas extremas.

De acuerdo a Yokoyama y Tubaki (1973), se encontró un patrón de sucesión de las diversas especies de *Penicillium* relacionado con la cobertura vegetal y los cambios microambienta-les del suelo. El patrón de sucesión tuvo una tendencia ascendente (Cuadros 1 y 2). Al inicio de la época húmeda, cuando la humedad era alta y la población de penicilios alcanzó niveles elevados, se aislaron 18 especies, 4 de las cuales *(P. albidum, P. corylo-phylum, P. chermesinum* y *P. jenseni)* no volvieron a ser aisladas al finalizar la época húmeda. En cambio, en los últimos muéstreos, cuando la humedad del suelo disminuyó a niveles inferiores al 2 o/o, se observó una tendencia ascendente de la población de penicilios, la que incluyó 27 especies, 11 de las cuales *{P. cremeogriseum, P. daleae, P. implicatum, P. lapidosum, P. miczynskii, P. oxa/icum, P. trzebinskianum, P. varians, Penicillium* sp. *LMUNA-656, Penicillium* sp. LMUNA-660) eran especies nuevas que no se habían aislado en los muéstreos anteriores y que podrían ser especies con mejores adaptaciones a la baja humedad del suelo. Este tipo de sucesión en la comunidad de penicilios corresponde, claramente, a una sucesión "alogénica.. determinada por cambios en el habitat producidos por factores medioambientales (Atlas y Bartha, 1981). De otro lado, la población de penicilios en los suelos de Lachay puede catalogarse como estrategas *"r"* (Atlas y Bartha, 1981).

En el Cuadro 3 se muestra la frecuencia y la densidad relativa de cada especie. Puede notarse que, en la mayoría de los casos, existe correspondencia entre ambos parámetros. Es decir, que las especies que presentan alta o baja frecuencia tienen, también, alta o baja densidad relativa. Esto puede deberse a que las especies de *Penicillium* en este trabajo provienen de la misma profundidad del suelo (5 cm). Por el contrario, Wicklow y Whittin-gham (1974) en un estudio de los cambios de los microhongos en un perfil de suelo, encontraron que las especies con alta frecuencia no siempre tenían elevada densidad relativa, en la medida que los microhongos provenían de diferentes profundidades de suelos.

CONCLUSIONES

De lo expuesto en el presente trabajo podemos llegar a las siguientes conclusiones:

1. Existe un patrón de sucesión de las diferentes especies de *Penicillium* ligado a diferentes factores ecológicos, siendo la humedad del suelo un factor crítico.

2. Se consideran especies pioneras o colonizadoras en los suelos de las lomas de Lachay a P. fuscum (Sopp) n. comb., P. Kapuscinskii Zaleski, P. Kurssanovii Chalabuda, P. lilacinum Thom y P. ochro-chloron (biourge)

3. Se han encontrado 24 nuevas especies para suelos peruanos y 35 para suelos áridos y desérticos.

CUADRO No. 1 VALORES PROMEDIO DEL NUMERO DE UFC DE *PENICILLIUM* POR GRAMO DE SUELO SECO, CONTENIDO DE HUMEDAD, CARBONO Y NITROGENO DEL SUELO, PRODUCCION VEGETAL EXPRESADO EN GRAMOS DE MATERIA SECA POR METRO CUADRADO Y RELACION C/N*

Muestreo	*Penicillium* ufc/gr.S.S. x 10^5	Humedad del suelo o/o	Carbono o/o	Nitrógeno o/o	Producción vegetal gr(M.S.)/m^2	Relación C/N
77 I	3.5397	12.75	2.185	0.227	9.403	9.384
77 II	5.3361	18.03	1.866	0.212	72.893	8.882
77 III	3.2464	10.83	1.959	0.226	431.868	8.292
77 IV	4.1237	2.11	2.047	0.235	30.103	8.428
77 V	4.2366	1.77	2.159	0.254	13.495	8.519

* Tomado de Gutiérrez y Jhoncon (1982)

CUADRO No. 2. ESPECIES DE *PENICILLIUM* Y SU PATRON DE APARICION

ESPECIES	MUESTRAS I	II	III	IV	V
P. aldilbum Sopp (a,b)	x	–	–	–	–
P. aurantio-violaceum Biourge (a,b)	–	x	–	–	–
P. bilaji Chalabuda (a,b)	–	–	–	x	x
P. brevi-compactum Dierckx (a)	–	–	x	–	–
P. canescom Sopp	–	–	–	x	–
P. citreoviren. Abe (a,b)	–	–	x	–	–
P. commune ' om	–	x	x	x	–
P. corylophilu Dierckx	x	–	–	–	–
P. cremeogrise n Chalabuda (a)	–	–	–	–	x
P. cyclopium W stling	–	–	–	x	–
P. charlesii Smith (a,b)	–	–	x	–	–
P. chermesinum Biourge (b)	x	–	–	–	–
P. dalae Zaleski (a,b)	–	–	–	–	x
P. decumbens Thom	–	x	x	x	x
P. fellutanum Biourge	x	–	–	x	x
P. frequentans Westling (LMUNA-647)(a)	–	–	–	x	x
P. frequentans Westling (LMUNA-638) (a)	–	–	x	–	–
P. fuscum (Sopp) n. comb. (a,b)	x	x	x	x	x
P. harquei Bainier & Sartory (b)	x	x	–	–	–
P. humuli v. Beyma (a,b)	x	–	–	–	x
P. implicatum Biourge (a,b)	–	–	–	–	x
P. japonicum G. Smith (a,b)	x	x	–	–	–
P. janthinellum Biourge	–	x	x	x	–
P. janssi Zaleski (a,b)	x	–	–	–	–
P. kapuscinskii Zalski (b)	x	x	x	x	x
P. kursanovii Chalabuda (a,b)	x	x	x	x	x
P. lapidosum Raper & Fennel (LMUNA-634)(b)	–	–	x	–	–
P. lapidosum Raper & Fennel (LMUNA-658)(b)	–	–	–	–	x
P. lilacinum Thom (a,b)	x	x	x	x	x
P. lividum Westling (b)	x	x	x	–	x
P. macedoniense Verona & Mickowski (a,b)	–	x	–	–	–
P. meliniì Thom (a,b)	–	–	–	x	–
P. miczynskii Zaleski (b)	–	–	–	–	x
P. nigricans (Bainier) Thom	–	–	–	x	–
P. ochro-chloron Biourge (b)	x	x	x	x	x
P. oxalicum Currie & Thom	–	–	–	–	x
P. placarium Westling (b)	–	x	–	–	–
P. raistrickii Smith (b)	–	–	x	x	x
P. restrictum Gilman & Abbott (LMUNA-619) (b)	–	x	x	x	x
P. restrictum Gilman & Abbott (LMUNA-648)(b)	–	–	–	x	–
P. roseo-purpureum Dierckx (a,b)	–	x	–	x	x
P. rubicundum Miller, Giddens & Foster (a,b)	x	x	x	x	–
P. sclerotiorum v. Beyma (b)	x	–	–	x	x
P. roseo-purpureum Miller, Gidens & Foster (a,b)	x	x	x	x	–
P. sclerotiorum v. Beyma (b)	x	–	–	x	x
P. soppi Zaleski (a,b)	–	x	–	–	–
P. spinulosum Thom (a,b)	–	x	–	–	–
P. sublateritium Biourge (a,b)	–	–	–	x	–
P. thomi Zaleski (b)	–	–	–	x	–
P. urabinsteinum Abe (a,b)	–	–	–	–	x
P. veriosa Smith (a,b)	–	–	–	–	x
P. velutinum v. Beyma (b)	–	–	–	–	x
P. velutinum Terui & Shibazaki (b)	x	–	x	–	–
Penicillium sp. (LMUNA-626)	–	x	x	–	–
Penicillium sp. (LMUNA-627)	–	x	–	–	–
Penicillium sp. (LMUNA-630)	–	x	–	–	–
Penicillium sp. (LMUNA-632)	–	–	x	–	–
Penicillium sp. (LMUNA-635)	–	–	x	–	–
Penicillium sp. (LMUNA-639)	–	–	x	–	x
Penicillium sp. (LMUNA-641)	–	–	x	–	–
Penicillium sp. (LMUNA-645)	–	–	–	x	–
Penicillium sp. (LMUNA-651)	–	–	–	x	x
Penicillium sp. (LMUNA-653)	–	–	–	x	–
Penicillium sp. (LMUNA-654)	–	–	–	x	–
Penicillium sp. *(LMUNA-655)*	–	–	–		
Penicillium sp. (LMUNA-656)	–	–	–	–	x
Penicillium sp. *(LMUNA-65*					
Penicillium sp. (LMUNA-656)	–	–	–	–	x
Penicillium sp. (LMUNA-660)	–	–	–	–	x

* Clave utilizada por el Laboratorio de Micología de la Univ. Nac. Agraria
a). Nuevos reportes para suelos peruanos.
(a) Nuevos reportes para suelos áridos y desérticos.

CUADRO 3 **FRECUENCIA Y DENSIDAD RELATIVA DE LAS ESPECIES DE *PENICILLIUM***

ESPECIES	Densidad relativa(a) o/o	Frecuencia (b) o/o
P. aldibum Sopp	0.28	1.67
P aurantio-violaceum Biourge	0.28	1.67
P. bilaji Chalabuda	3.49	20.83
P. brevi-compactum Dierckx	0.14	0.83
P. canescens Sopp	0.70	4.17
P. citreovirens Abe	0.14	0.83
P. commune Thom	1.67	10.00
P. corylophilum Dierckx	5.58	33.33
P. cremeogriseum Chalabuda	0.14	0.83
P. cyclopium Westling	0.70	4.17
P. charlessi Smith	0.14	0.83
P. chermesinum Biourge	1.53	9.17
P. daleae Zaleski	0.28	1.67
P. decumbens Thom	11.17	66.67
P. fellutanum Biourge	2.67	15.83
P. frequentans Westling (LMUNA-647)	0.84	5.00
P. frequentans Westling (LMUNA-638)	0.42	2.50
P. fuscum (Sopp) n. comb.	2.37	14.17
P. herquei Bainier & Sartory	0.56	3.33
P. humuli v. Beyma	0.70	4.17
P. implicatum Biourge	3.35	20.00
P. japonicum G. Smith	1.53	9.17
P. janthinellum Biourge	3.35	20.00
P. jenseni Zaleski	1.12	6.67
P. kaupiscinskii Zaleski	9.62	57.50
P. kurssanoviii Chalabuda	9.07	54.17
P. lapidosum Raper & Fennell (LMUNA-634)	0.28	1.67
P. lapidosum Raper & Fennell (LMUNA-658)	0.28	1.67
P. lilacinum Thom	5.44	32.50
P. lividum Westling	2.09	12.50
P. macedonense Verona & Mickovski	0.28	1.67
P. melinii Thom	1.95	11.67
P. miczynskii Zaleski	0.14	0.83
P. nigricans (Bainier) Thom	1.40	8.33
P. ochro-Chloron Biourge	3.07	18.33
P. oxalicum Currie & Thom	0.98	5.83
P. piscarium Westling	0.56	3.33
P. raistrickii Smith	0.42	2.50
P. restrictum Gilman & Abott (LMUNA-619)	3.91	23.33
P. restrictum Gilman & Abbot (LMUNA-648)	0.28	1.67
P. roseo-purpureum Dierckx	0.84	5.00
P. rubicundum Miller, Giddens & Foster	0.98	5.83
P. sclerotiorum v. Beyma	1.40	8.33
P. soppi Zaleski	0.14	0.83
P. spinulosum Thom	0.28	1.67
P. sublateritium Biourge	0.70	4.17
P. thomi Zaleski	0.14	0.83
P. trzebinskianum Abe	0.14	0.83
P. varians Smith	0.28	1.67
P. velutinum v. Beyma	7.40	44.17
P. velutinum Terui & Shibazaki	1.53	9.17
Penicillium sp. (LMUNA-626)	0.98	5.83
Penicillium sp. (LMUNA-627)	0.42	2.50
Penicillium sp. (LMUNA-630)	0.14	0.83
Penicillium sp. (LMUNA-632)	0.84	5.00
Penicillium sp. (LMUNA-635)	0.28	1.67
Penicillium sp. (LMUNA-639)	0.98	5.83
Penicillium sp. (LMUNA-641)	0.42	2.50
Penicillium sp. (LMUNA-645)	0.28	1.67
Penicillium sp. (LMUNA-651)	0.28	1.67
Penicillium sp. (LMUNA-653)	0.28	1.67
Penicillium sp. (LMUNA-654)	0.28	1.67
Penicillium sp. (LMUNA-655)	0.14	0.83
Penicillium sp. (LMUNA-656)	0.56	3.33
Penicillium sp. (LMUNA-660)	0.28	1.67

(a) Sobre 717 aislamientos.
(b) Sobre 120 placas.

BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, M. 1964. Biochemical ecology of soil microorganisms. Ann. Rev. Microbiol. 18:217-252.
2. ATLAS, R.M. and R. BARTHA. 1981. Microbial Ecology: Fundamentáis and Applications. Addison-Wesley Publishing Co.
3. DUBOVSKA, A. 1976. Decomposition of humus subs-tances by microorganisms. III. Utilization of the carbón from humus acids by some micromycetes. Acta Fac. Rerum. Nat. Univ. Comenianae Microbiol. 5:55-72.
4. FASSATIOVA, Olga. 1977. A taxonomic study of *Penicillium* series Expansa Thom emend. Fassatiová. Acta Univ. Carolinae-Biologica 1974:283-335.
5. GANGAWANE, L.V. and K.B. DESHPANDE. 1972. Two new records of penicil¡a from rhizosphere of groundnut. Curr. Sci. 41:78.

6 GOCHENAUR, SE. 1970. Soil mycroflora of Perú. Mycophatol. Mycol. Appl. 42:259-272.

7. . 1978. Fungi of a long island oak-birch forest. I. Community organization and seasonal ocurrence of the opportunistic decomposers of the A horizons. Mycologia 70:975-994.
8. GUTIERREZ-CORREA, M., J. JHONCON y C. LOPEZ, O. 1982. Estudios microecológicos en los suelos de las Lomas de Lachay (Perú). I. Dinámica poNacional de microhongos. Anales Científicos UNA (en prensa).
9. GUTIERREZ-CORREA, M. y J. JHONCON. 1982. Ecología de *Penicillium* en los suelos de las Lomas de Lachay (Perú). I. Dinámica poblacional. (No publicado).
10. IVARSON, K.C. 1974. Comparative survival and de-composing ability of four fungi isolated from leaf lit-ter at low temperatures. Can. J. Soil Sci. 54:245-253.
11. JHONCON, J. y M. GUTIERREZ-CORREA. 1981. Estudios microecológicos en los suelos de las Lomas de Lachay (Perú). II. Microhongos. Zonas Aridas (en prensa).
12. JONES, J.M. and B.N. RICHARDS. 1979. Changes in the microbiology of eucalypt forest soils following reafforestation with exotic pines. Aust. For. Res. 7: 229-240.
13. KULIK, M.A. 1968. A compilation of descriptions of new *Penicillium species.* Agriculture Handbook No. 351. Agricultura! Research Service. Washington, D.C.
14. MARTÍNEZ, A.T. et C. RAMIREZ. 1978a. Quelques moisissures du genre *Penicillium* dignes d'etre notées. Rev. Mycol. 42:97-104.
15. . 1978.b. *Penicillium fagi* sp. nov., isolated from beech leaves. Mycopathologia 63:57-59.
16. MISHRA, R.R. 1966a. Influence of soil environment and surface vegetation on soil mycoflora. Proc. Nati. Acad. Sci. India Sect. B 36 (part 2):117-123.
17. . 1966b. Seasonal variation in fungal flora of grasslands of Varanasi (India. Trop. Ecol. 7: 100-113.
18. MOUCHACCA, J. et P. JOLY. 1970. Etude de la my-coflore des sois arides de l'Egypte. I. Le genre *Penicillium.* Rev. Ecol. Biol. Sol 11:67-88.
19. ORPURT, P. and J. CURTIS. 1957. Soil microfungi in relation to the prairie continuum in Wisconsin. Ecology 38:628-637.
20. PAPENDORF, M.C. 1976. The soil mycoflora of an *Acacia karroo* community in the western Transvaal. Bothalia 12:123-127.
21. PHELPS, J.W. 1973. Microfungi in two Wisconsin sand blows. Trans. Br. mycol. Soc. 61:386-389.
22. RAMIREZ, C, A.T. MARTINEZ and S. FERRER. 1978. Three new species of *Penicillium.* Mycopathologia 66:77-82.
23. RAPER, K. and C. THOM. 1949. Manual of the Penici-llia. Williams & Wilkins Co. Baltimore, Md.
24. SAMSON, R.A., R. HADLOK and A.C. STOLK. 1977. A taxonomic study of the *Penicillium chrysogenum* series. Antonie van Leeuwenhoek 43:169-175.
25. SINGH, P. 1976. Some fungi in the forest soils of New-foundland. Mycologia 68:881-890.
26. TORRES G., J. y C. LOPEZ, O. 1981. Productividad primaria en las lomas de la costa central del Perú. Boletín Je Lima (14): 1-11.
27. UDAGAWA, S. and Y. HORIE. 1977. A new species of *Penicillium from Japanese soil.* Mycotaxon 5: 492:497.
28. VOLLMER, A.T., F. AU and S.A. BAMBERG. 1977. Observations on the distribution of microorganisms in desert soil. Great Basin Naturalist 37:81 -86.

29. WANI, S. and P. SHINDE. 1977. Studies on biological decomposition of wheat straw. I. Screening of wheat straw decomposing microorganisms in vitro. Plant Soil 47:13-16.
30. WICKLOW, D.T. and W.F. WHITTINGHAM. 1974. Soil microfungal changes among the profiles of distur-bed conifer-hardwood forests. Ecology 55:3-16.;
31. . 1978. Comparison of soil micro-
fungal populations in disturbed. and undisturbed forests
in northern Wisconsin. Can. J. Bot. 56:1702-1709.;
32. WILLIAMS, S.T. and D. PARKINSON. 1964. Studies of fungi in a podzol. I. Nature and fluctuation of the fungus flora of the mineral horizons. J. Soil Sci. 15: 331-341.
33. WITKAMP, M. 1966. Macroflora, mycoflora and soil relation ships in a pine plantation. Ecology 47:238-244.
34. WONG, M.H. 1975. Some edaphic factors influencing the distribution of the soil fungi. Int. F. Ecol. Environ. Sci. 1:143-150.

35. YOKOYAMA, T. and K. TUBAKI. 1973. Successive fungal flora on sterilized leaves in the litter of forest**.** IV. Tottori Mycol. Inst. (Japan) 10:597-618.

Ecología de *Penicillium* en los Suelos de las Lomas de Lachay (Perú)3. Descripción de Algunas Especies

Jhoncon[1] y Marcel Guitierraz Correa[2]

RESUMEN

Se describen e ilustran 11 especies de **Penicillium** *Link ex Fríes aisladas de los suelos de las lomas de Lachay (Perú). Para la descripción de estas especies se utilizaron los criterios de mayor frecuencia y trascendencia. Así, se describen algunas especies pioneras o colonizadoras (P.* **kapuscinskii, P. kurssanovii, P. lilacinum** *y* **P. ochro-chlo-***ton), especies presentes al inicio de la época húmeda (P.* **corylophi-lum y P. velutinum/** *y especies presentes al término de la época húmeda (P.* **fellutanum, P. decumbens, P. bilaji, P. oxalicum y P. restric-tum** *(LMUNA-619).*

SUMMARY

Eleven species of the genus **Penicillium** *Link ex Fríes isolated from soils of the "lomas" of Lachay (Perú) are descríbed and illus-trated. To describe these species. títere were used the criteria of high frequency and importance. Thus, there are described some pioneer or vtílonízér species (P.* **kapuscinskii, P. kurssanovii, P. lilacinum** *y P.* **ochro-chloronj,** *species that appear at the beginning of the wet season (P.* **corylophilum** *and P.* **velutinum/** *and species that appear at the end of the wet season (P.* **fellutanum, P. decumbens, P. bilaji, P. oxalicum,** *and* **P. restrictum** *(LMUNA0619).*

INTRODUCCION

La riqueza micológica de los suelos peruanos ha sido mostrada en varias publicaciones (Gutiérrez-Correa *et ai,* 1982; Gutiérrez-Correa y Jhoncon, 1982; Gochenaur, 1970; Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982ab).

En un estudio sobre la ecología de los hongos de suelo en las lomas de Lachay, Jhoncon y Gutiérrez-Correa (1982a) encontraron que el 50.18 o/o del total de microhongos correspondía a diferentes especies de *Penicillium.* Los mismos autores han estudiado la dinámica poblacional y la distribución del: género *Penicillium* en los suelos de Lachay (Gutiérrez-Correa y Jhoncon, 1982; Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982b). En estos estudios se observó el carácter altamente xerof ítico de este género y, también, el patrón de sucesión de las especies de penicilios en relación a los cambios climáticos.

Se conoce que el género *Penicillium* es frecuentemente encontrado formando parte de la micoflora del suelo y es considerado como un grupo cosmopolita (Mouchacca y Joly, 1970). Atlas y Bartha (1981), consideran a *Penicillium* como un estratega "r".y, a su vez, Armstrong (1976) como una especie transitoria en un sistema de competencia ecológica. De otro lado, se conoce de las capacidades metabólicas de algunas especies de *Penicillium* (Madan, 1978), de su papel como degradadores de materia orgánica (Dubovská y Macor, 1976) y de su posible rol en la mtirif icación heterotrófica (Bergerová y Zámecnícк 1978).

En el presente trabajo se presentan las descripciones de 11 de las especies de *Penicillium* Link ex Fries encontradas en los suelos de Lachay según su patrón de aparición (reportado en otro lugar; Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982).

MATERIALES Y METODOS

Las características generales de las lomas han sido descritas por Torres y López (1981) y las microbiológicas por Gutiérrez-Correa *et al. (1982).*

El aislamiento se realizó utilizando la técnica de diluciones sucesivas en placas petri y el medio de aislamiento fue agar papa dextrosa (PDA) (Merck) suplementado con oxitetraciclina (0.01

mg/ml) según lo especificado anteriormente (Gutiérrez-Correa *et al.,* 1982; Gutiérrez-Correa y Jhoncon, 1982). Las colonias fueron trasplantadas a tubos con PDA inclinado para su posterior identificación.

Para la identificación de las cepas se utilizaron diferentes medios de cultivo: PDA, agar solución de Czapek (CSA) Difco), agar extracto de malta (MEA) (Difco) y agar harina de maíz (CMA) (Difco). Los criterios para la identificación de las cepas fueron los indicados por Raper y Thom (1949). Además, se utilizaron las claves y descripciones disponibles (Fassatiová, 1977; Gangawane y Desh-pande, 1972; Kulik, 1968; Martínez y Ramírez, 1978a,b; Ramírez *et al.,* 1978; Raper y Thom, 1949; Samson *et al.,* 1977; Udagawa y Horie, 1977).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente trabajo se presentan las descripciones de 11 especies de *Penicillium,* de las 63 especies aisladas en los suelos de Lachay (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982). En esta descripción se han empleado los criterios de mayor frecuencia y trascendencia. Anteriormente (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982), se reportó la existencia de un patrón de sucesión de las especies de *Penicillium* durante la época húmeda de 1977. Así, existen especies denominadas pioneras o colonizadoras que se presentan durante toda la época; especies presentes al inicio y, también, especies presentes al término de la estación húmeda. Las especies descritas en este trabajo son representantes de estos tres grupos. Pioneras: *P. kapuscinskii* Zaleski, *P. kurssanovii* Chalabuda, *P. lilacinum* Thom y *P. ochro-chloron* Biourge; especies presentes al inicio de la época húmeda: *P. corylophilum* Dierckx, *P. velutinum* van Beyma; especies presentes al término de la época húmeda: *P. fellutanum* Biourge, *P. decumbens* Thom, *P. bilaji* Chalabuda, *P. oxalicum* Currie & Thom y *P. restrictum* Gilman & Abbott (LMU-NA- 619). *Penicillium bilaji* Chalabuda (Kulik, 1968).

Esta especie fue aislada al finalizar la época húmeda en los muéstreos IV y V (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982). Sus características en CSA coinciden con la descripción que ofrece Chalabuda (Kulik, 1968) en agar extracto de raíz de remolacha azucarera.

Colonias en CSA con crecimiento restringido, 2.5 a 2.8 cm de diámetro en 11 días 25°C; verde ceniza con el reverso amarillo oro. En agar extracto de remolacha azucarera, colonias verde oscuro, pubescentes y con el reverso de color marrón. Conidióforos de 3 x 100 um o más; monoverticilado con 9 a 14 esterígmas de 2.5-3 x 12-19 um. Conidias globosas y lisas de 2 a 2.8 Mm de diámetro (gráfico 3-C).

Penicillium corylophilum Dierckx (Raper y Thom, 1949).

Colonias en CSA de 2.5 a 3 cm de diámetro en 10 a 12 días a 25°C. Mayormente aterciopeladas y con surcos radiales; al principio blancas, cremas y luego verde azuladas. Monoverticilado, pero con verticilios de esterigmas de diámetro y formas variadas; a veces biverticilada y asimétrica. Las paredes del conidióforo algunas veces con punteaduras; de 2.2-2.5 x 50-100 um, aunque se pueden encontrar conidióforos con longitudes entre 40 y 200 um de longitud. Cada conidióforo con 4 a 8 esterigmas de 2-2.5 x 8-12 um. Conidias subglobosas a elípticas, lisas, de 2-2.5 x 3 um. Esta especie se presenta al inicio de la época húmeda (gráfico 1-A).

Penicillium decumbens Thom (Raper y Thom, 1949).

Es una especie obtenida a partir del muestreo III. En CSA produce colonias de 2 a 3 cm de diámetro en 12 a 14 días a 25° C; aterciopeladas, verde amarillentas con exudaciones amarillas. Monoverticilado, con conidióforos entre 2-2.5 x 50-100 um, lisos a finamente rugosos, con 10 a 15 esterigmas de 2-2.5 x 7-9 um. Conidias lisas, elípticas a subglobosas y de 2-2.5 x 3 um. (gráfico 3-A)

Penicillium fellutanum Biourge (Raper y Thom, 1949).

Esta especie tuvo un comportamiento irregular, fue aislada en el primer muestreo para luego desaparecer y ser nuevamente aislada en los muéstreos IV y V (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982). En CSA produce colonias de 2-2.5 cm de diámetro en 12 a 14 días a 25°C; con arrugas radiales, áreas conidiales azul verdosas, pequeñas cantidades de exudados color ámbar; reverso tornándose a tonos verdosos. Conidióforo de 2-2.5 x 50-100 um, lisos y terminados en una pequeña vesícula de 4 a 5 um de diámetro. Monoverticilado, con 8 a 12 esterigmas por conidióforo; esterigmas de 1.52-2.2 x 6-8 um. Conidias subglobosas a elípticas, rugosas y mayormente de 2.5 a 3 um de largo por 2 a 2.5 Mm de ancho (gráfico 2-B).

Penicillium kapuscinskii Zaleski (Raper y Thom, 1949).

Esta especie fue una de las pioneras o colonizadoras. En CSA produce colonias de 1.5 a 2 cm de diámetro a 20°C en 12 a 14 días; aterciopeladas con surcos radiales y áreas conidiales verde grisáceas. Penicilios biverticila-dos y asimétricos con ramificaciones bien divergentes. Ramas o métulas de 2-2.5 x 12-15 Mm; esterigmas de 2-2.5 x 8-10 Mm. Conidias globosas de 2.5 a 3 M^m de diámetro y con ligeras rugosidades (gráfico 2-C).

Penicillium kurssanovii Chalabuda (Kulik, 1968).

Es otra de las especie pioneras. En CSA produce colonias de crecimiento restringido y de color blanco. En agar extracto de remolacha azucarera, el crecimiento es más rápido. Monoverticilado, conidióforos de 2.5 x 20-30 Mm o de mayor longitud, con 4 a 5 esterigmas por conidióforo. Los esterigmas son de 2.8-3 x 9-12**MITI** y conidias globosas, lisas y de 3 a 4Mm de diámetro (gráfico 1C).

Penicillium ochro-chloron Biourge (Raper y Thom, 1949).

Especie pionera o colonizadora. En CSA produce colonias de 4 a 5 cm de diámetro en 12 a 14 días a 25°C; algodonosas, con el centro mostrando una ligera depresión y ligeras arrugas radiales en el reverso de la colonia;exuda-dos abundantes. Biverticilado y asimétrico con conidióforos de 2-2.5 x 100 Mm, finamente rugosos y con verticilios de métulas y/o ramas en número de 3 a 4 y de 2-2.5 x 10-20 um. Esterigmas en grupos de 3 a 10 y de 2 x 7.5-8.5 M^m- Conidias elípticas, lisas a delicadamente rugosas de 2-2.5 x 3.5 Mm (gráfico 1-D).

Penicillium lilacinum Thom (Raper y Thom, 1949).

Especie pionera o colonizadora. En CSA las colonias son de 3 cm de diámetro en 10 días a 25°C; algodonosas con el centro elevado y mostrando surcos radiales. Al principio blancas y luego rosadas a púrpura; abundante esporulación con escasa cantidad de exudados. Biverticilado asimétrico; conidióforos de tamaño variable de 3-4 x 500-600 M^m, pero la mayoría de 3 x 100-200 M^m, con paredes lisas a finamente rugosas. En los conidióforos es frecuente encontrar dos o más niveles de verticilios de métulas cortas de 2.5-3 x 5-6 Mm. Esterigmas de 1.5-2 x 6-7 Mm. Conidias elípticas, lisas y de 2 x 2.5-3 Mm (gráfico 2-A).

Penicillium oxalicum Currie & Thom (Raper y Thom, 1949).

Especie aislada al finalizar la época húmeda. Colonias en CSA con diámetro de 3.5 a 5 cm en 10 días a 25°C; planas, aterciopeladas, verdes a verde azuladas. Típicamente biverticilado y asimétrica; conidióforos abundantes con 2 a 3 métulas de 3.3-3.8 x 15-20 Mm. Esterigmas en grupos de 6 a 10 y de 3-3.5 x 9-15M^m. Conidias globosas, lisas, de 4 Mm de diámetro (gráfico 3-B).

Penicillium restrictum Gilman & Abbott (LMUNA-619) (Raper y Thom, 1949).

Especie aislada a partir del muestreo II (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982). En CSA produce colonias entre 2 y 3.5 cm de diámetro en 12 a 14 días a 25°C; presentan surcos radiales, blancas y produciendo conidias después de 7 a 10 días. Ligeras exudaciones amarillas; reverso amarillo durazno. Monoverticilado o ¡rregularmente ramificado. Conidióforos cortos de 1.2-1.8 x 25-30 Mm de paredes lisas. Esterigmas en grupos de 6 a 8 y de 1.5 x 5 Mm. Conidias globosas de 2 a 2.5 Mm de diámetro y paredes conspicuamente rugosas (gráfico 2-D).

Penicillium velutinum van Beyma (Raper y Thom, 1949).

Especie aislada solamente al inicio de la época húmeda. En CSA produce colonias al principio blancas para luego tornarse verde azuladas; 4.5 a 5 cm de diámetro en 12 a 14 días a 25°C. Monoverticilado e irregularmente ramificado. Conidióforos de 1.5-2 x 50-100 Mm. Esterigmas en grupos de 10 a 12 y de 1.5-2 x 6-8 Mm. Conidias globosas de 2.5 a 3 Mm de diámetro y paredes rugosas (gráfico 1-B).

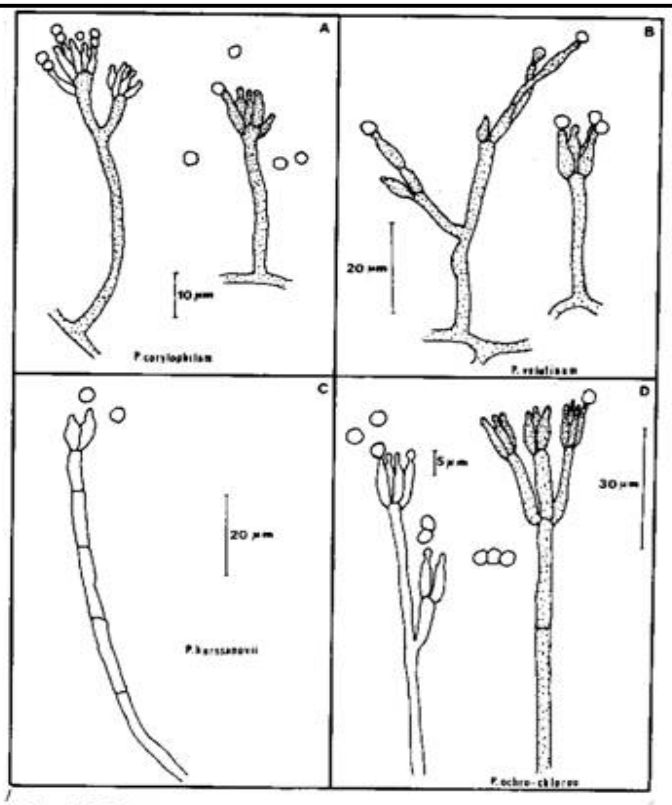


Gráfico 1.- ESQUEMAS A LA CAMARA LUCIDA DE ALGUNAS ESPECIES DEL GENERO PENICILLIUM EN LACHAY.

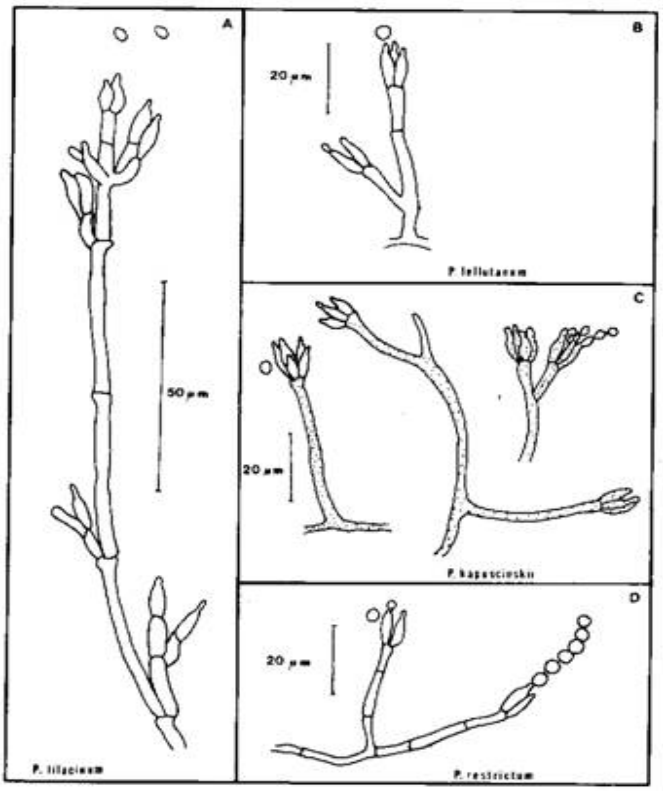


Gráfico 2.- ESQUEMAS A LA CAMARA LUCIDA DE ALGUNAS ESPECIES DEL GENERO PENICILLIUM EN LACHAY.

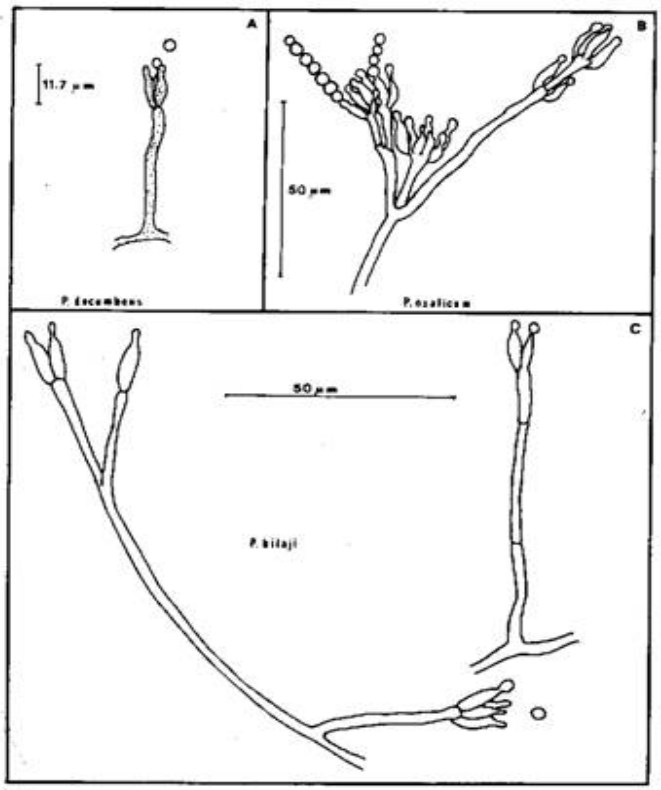


Gráfico 3.- ESQUEMAS A LA CAMARA LUCIDA DE ALGUNAS ESPECIES DEL GENERO PENICILLIUM EN LACHAY.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARMSTRONG, R.A. 1976. Fugitive species: Experi-ments with two fungi and some theoricai considera-tions. Ecology 57:953-963.
2. ATLAS, R.M. and R. BARTHA. 1981. Microbial Ecology: Fundamentáis and Applications. Addison-Wesley Publishing Co.
3. BERGEROVA, E. and M. ZAMECNIK. 1978. The ope ration of Fe^{2+} and Cu^{2+} upon the herotrophic nitrifi-cation of *Penicillium solitum* Westling. Acta F.R.N. Comen. Microbiología 6:93-107.
4. DUBOVSKA, A. and M. MACOR. 1976. Decomposition of humus substances by microorganisms. **III.** Utili-zation of the carbón from humus acids by some mi-cromycetes. Acta F.R.N. Comen. Microbiología 5:55-72.
5. FASSATIOVA, O. 1977. A taxonomic study of *Penicillium* series Expansa Thom emend. Fassatiová. Acta Univ. Carolinae-Biologica 1974:283-335.
6. GANGAWANE, L.V. and K.B. DESHPANDE. 1972. Two new records of penicillia from rhizosphere of groundnut. Curr. Sci. 41:78.
7. GOCHENAUR, S.E. 1970. Soil mycoflora of Perú. Mycopathol. Mycol. Appl. 42:259-272.
8. GUTIERREZ-CORREA, M., J. JHONCON y C. LOPEZ. 1982. Estudios microecológicos en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). **I** Dinámica poblacional de microhongos. Anales Científicos UNA (en prensa).
9 GUTIERREZ-CORREA, M. y J. JHONCON. 1982 Ecología de *Penicillium* en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). **I.** Dinámica poblacional. Anales Científicos UNA (en prensa). 10. JHONCON, J. y M. GUTIERREZ-CORREA. 1982a. Estudios microecológicos en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). **II.** Microhongos. Zonas Aridas No. 1
11. JHONCON, J. y M. GUTIERREZ-CORREA. 1982b. Ec 'ogía de *Penicillium* en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). **II** Distribución. Anales Científicos UNA (en prensa).
12. KULIK, M.A. 1968. A compilation of descriptions of new *Penicillium* species. Agriculture Handbook No. 351. Agrie.Res.Serv¡ce. Washington, D.C.
13. MADAN, M. 1978. Some physiological studies on *Penicillium expansum* Link. Microbios 21:88-99.
14. MARTINEZ, A.T. et C. RAMIREZ. 1978a. Quelques moisissures du genre *Penicillium* dignes d'etre notées. Rev. Mycol. 42:97:104.
15. MARTINEZ, A.T. and C. RAMIREZ. 1978b. *Penicillium fagi* sp. nov., isolated from beech leaves. Mycopa-thologia 63:57-59.
16. MOUCHACCA, J. et P. JOLY. 1970. Etude de la mycoflore des sois arides de l'Egypte. **I.** Le genre *Penicillium.* Rev. Ecol.Biol.Sol 11:67-88.
17. RAMIREZ, C, A.T. MARTINEZ and S. FERRER. 1978. Three new species of *Penicillium.* Mycopatho-logia 66-77-82.
18. RAPER, K. and C. THOM. 1949. A manual of Penicillia. Williams & Wilkins Co., Baltimore, Md.
19. SAMSON, R.A., R. HADLOK and A.C. STOLK. 1977. A taxonomic study of the *Penicillium chrysogenum series.* Antonie van Leeuwenhoek 43:169-175.
20. UDAGAWA, S. and Y. HORIE. 1977. A new species of *Eupenicillium* from Japanese soil. Mycotaxon 5:493-497.

Estudios Microecológicos en los Suelos de las Lomas de Lachay (Perú) 3. Dinámica Poblacional de Hongos Rizosféricos *

Patricia Moreno1

Marcel Gutiérrez-Correa2

RESUMEN

Se realizó un estudio sobre la dinámica poblacional de hongos en la rizósfera de Sicyos baderoa Hook SÉ Arn. y su relación con varios parámetros ecológicos. El estudio fue realizado en las lomas de Lachay durante la época húmeda de 1978.

El "efecto rizósfera" para la población de hongos fue más alto en los periodos de germinación y floración de S. baderoa Se encontró que la humedad es el factor de mayor influencia sobre los hongos, mientras que el peso de las plantas es de menor influencia.

Se encontró un modelo estadístico que explica el 85.12 o/o de la variación de hongos en el que participan la humedad, la tasa C/N y el peso de las plantas. Otros resultados son igualmente discutidos.

SUMMARY

A study was made on the population dynamics of fungi in the rhízosphere of Sicyos baderoa Hook & Arn. as related to some ecological factors. The study was carried out in the "lomas de Lachay" during the wet season of 1978.

The "rhízosphere effect" related to fungal population was higher during germination and flowering of S. baderoa. It was found that moisture was the factor of greatest influence on fungi while plant dry weight was the lowest.

Likewise, it was developed a statistical model which accounts for 85.12 o/o of the fungal variation, and it is integrated by moisture, C/N ratio, and plant weight within a second-order polynomial equation. Other results are, likewise, discussed.

INTRODUCCION

Las lomas de Lachay presentan condiciones ideales para el estudio de poblaciones microbianas. Hasta el momento se han realizado varios estudios sobre la dinámica de poblaciones microbianas en los suelos de Lachay (Gutiérrez-Correa et al., 1981; Gutiérrez-Correa y Jhoncon, 1982; Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982, 1983; Yague y Gutiérrez-Correa, 1982). En el estudio de la ecología de microorganismos las interrelaciones con otros organismos son de gran importancia biológicas; por ejemplo, la interacción de microorganismos con las raíces de plantas. La zona de suelo que rodea a la raíz es conocida como rizósfera y es controlada en gran parte por los exudados radiculares (Rovira, 1956,b). En la rizósfera se establece una microflora que es energéticamente dependiente de los exudados radiculares (Rovira 1956c).

La dinámica de la microflora rizos-férica está influenciada por muchos factores como son la humedad, tama¬ño (estado fenológico) y peso de las plantas (Zúñiga y Gutiérrez-Correa, 1982). Igualmente, se ha encontrado que los tipos de suelo afectan cuantitativa y cualitativamente a la microflora rizósferica (Baruah y Ba¬ruah, 1972). Gangawane y Deshpande ;1977) encontraron que la microflora rizosférica variaba con las estaciones, tanto en número como en composición. También, Bamforth (1976) encontró diferencias sustanciales en la rizósfera de plantas asociadas a diferentes formaciones vegetales. De otro lado, Keswani et al. (1977) encontraron que los cultivos asociados de maíz y soya disminuían la microflora rizosférica en ambos casos. En cambio, Nair y Rao (1977) encontraron que el cultivo asociado de cocotero con cacao aumentaba la actividad microbiana en las rizósferas de ambas plantas. Es de otro lado indudable,que cualquier alteración en la fisiología de las plantas tendrá como consecuencia una alteración en sus rizósferas. Así, la aplicación de sustancias químicas y/o fertilizantes dará como consecuencia una modificación en la actividad, número y composición de la microflora rizosférica (Rao y Sharma, 1978; Vuurde, 1978).

En el presente trabajo se reporta la dinámica poblacional de hongos en la rizósfera de Sicyos baderoa Hook & Arn., especie de gran cobertura en los niveles altitudinales medios de las lomas de Lachay.

MATERIALES Y METODOS

Para el presente trabajo se ha consi¬derado la rizósfera de S. baderoa (fam. Cucurbitaceae) por ser una de las espe¬cies de mayor cobertura (Gutiérrez-Correa et al., 1981; Zúñiga y Gutié¬rrez-Correa, 1982). EL trabajo fue realizado durante la época húmeda (julio-noviembre) de 1978.

En la rizósfera de S. baderoa se han evaluado los siguientes parámetros: población de hongos, nitrógeno total, carbono orgánico total, fósforo disponible, humedad, pH, tamaño y peso seco de las plantas. Se realizó un total de 4 muestreos espaciados mensualmente con 12 muestras de rizósfera y 2 de suelo libre de raíces en cada uno de ellos.

La humedad fue determinada gravimétricamente (110°C x 24 h). El pH fue medido en base a agua destilada (1:1) con un pH metro Beckman. Los métodos de Walkley y Black modificado y micro-Kjeldahl respectivamente, fueron empleados para determinar el carbono y nitrógeno total (Black, 1965). El fósforo disponible fue determinado utilizando la técnica de Olsen (Jackson, 1970). De otro lado, las plantas fueron medidas a partir del cuello y posteriormente secadas a 70°C hasta peso constante expresando los resultados en cm y gr/planta res pectivamente (Zúñiga y Gutiérrez-Correa, 1982).

Las plantas fueron retiradas con su sistema radicular completo y con un bloque de suelo de 20 cm de lado para luego realizar todos los análisis dentro de las 24 horas siguientes. El análisis micológico de la rizósfera y suelo fue realizado utilizando la técnica de diluciones sucesivas en placas petri conteniendo agar papa dextrosa suplementa-do con oxitetraciclina (0.01 mg/ml) (Gutiérrez-Correa *et al.,* 1981; Gutiérrez-Correa y Jhoncon, 1982). El conteo de colonias se realizó después de 3 a 5 días de incubación a 28°C -30°C.

RESUL TADOS Y DISCUSION

Las lomas de Lachay son asociaciones atmosféricas en las que la humedad es el principal factor. El año 1978 fue de baja humedad lo cual se refleja en los bajos niveles de este parámetro en el suelo. Así, el nivel más alto de humedad se obtuvo en el primer muestreo (3.49 o/o). En cambio, en el año 1977 este parámetro alcanzó valores de 12.52 o/o en la misma época (Gutiérrez-Correa *et al.,* 1981). Esto se ha reflejado en los valores poblacionales de los hongos puesto que, en este trabajo son menores a los encontrados el año anterior. Los cambios en la población de hongos y de los otros parámetros en la rizósfera de *S. baderoa* se presentan en el gráfico 1 y los del suelo libre de raíces en el gráfico 2.

La humedad de la rizósfera de *S. baderoa* fue superior a la del suelo en concordancia con lo encontrado por Zúñiga y Gutiérrez-Correa (1982). En el gráfico 1, se puede observar que la humedad de la rizósfera descendió en el segundo y tercer muestreo, alcanzando el nivel más alto en el cuarto muestreo. El comportamiento de la humedad de la rizósfera no concuerda con el del suelo libre de raíces. Es posible que al alcanzar *S. baderoa* longitudes hasta de 500 cm (cuarto muestreo, exista una mayor superficie expuesta a la atmósfera la cual actuaría como captador de humedad; este fenómeno no sucede en el suelo libre de raíces. A nivel de la rizósfera existe una fuerte correlación positiva entre la población de hongos y la humedad (r = 0.99**; a = 0.01). El efecto de la humedad del suelo sobre los hongos en Lachay ha sido largamente estudiado por Gutiérrez-Correa *et al.* (1981), Gutiérrez-Correa y Jhoncon (1982) y Jhoncon y Gutiérrez-Correa (1982). Existe, sin embargo, poca información concerniente al efecto de este parámetro sobre los hongos a nivel de la rizósfera (Gangawane y Deshpande, 1977). Si se comparan los gráficos 1 y 2, se puede observar que la humedad de la rizósfera concuerda perfectamente con el comportamiento de los hongos rizosféricos, mientras que en el suelo libre de raíces el efecto de la humedad sobre los hongos no es muy pronunciado (gráfico 2). Gutiérrez-Correa *et al.* (1981), han demostrado que si bien la humedad del suelo es importante para el crecimiento de los hongos, estos son capaces de resistir condiciones extremas de sequedad. De otro lado, Gan-gawane y Deshpande (1977) encontraron que los niveles más altos de la población de hongos en la rizósfera de maní se producían en la época de lluvias. La relación R/S ("efecto rizósfera") para la humedad sigue el mismo

GRAFICO 1: VARIACION DE LA POBLACION DE HONGOS DE LA RIZOSFERA DE *Sicyos baderoa* EN RELACION CON ALGUNOS PARAMETROS ECOLOGICOS.

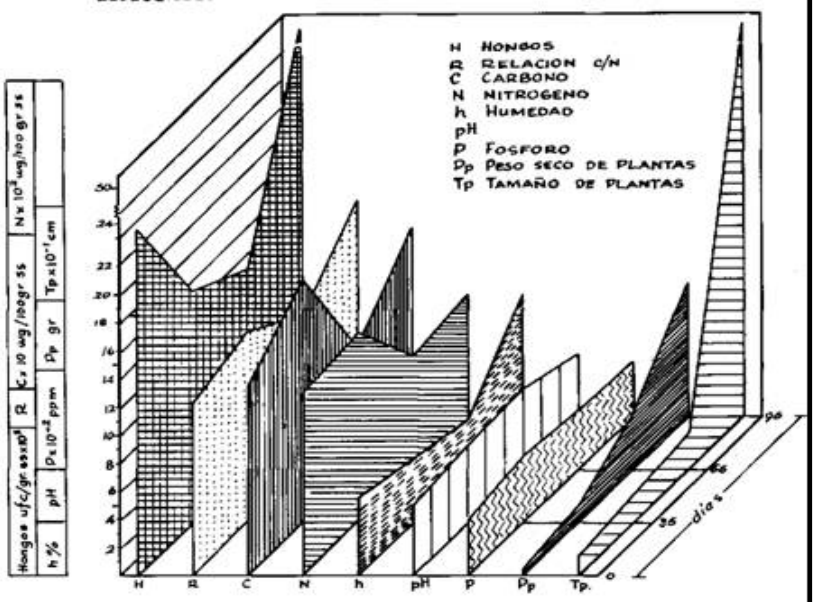
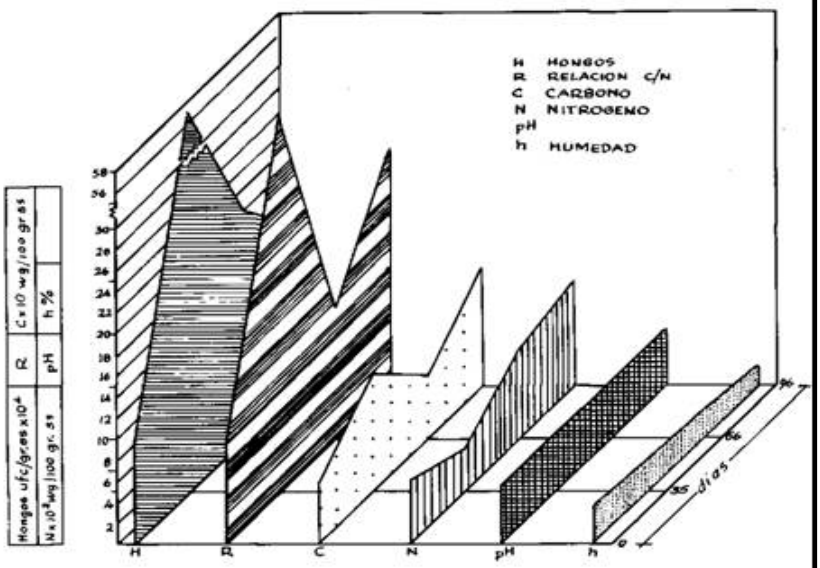


GRAFICO 2: VARIACION DE LA POBLACION DE HONGOS EN EL SUELO LIBRE DE RAICES EN RELACION CON ALGUNOS PARAMETROS ECOLOGICOS.



CUADRO 1 EFECTO RIZOSFERA (R/S) DE *S. BADEROA* PARA LOS DIFERENTES PARAMETROS ECOLOGICO ESTUDIADOS

Muestreo	Hongos	Humedad del suelo	Carbono	Nitrógeno	Tasa C/N	pH
I	21.14	1.57	2.37	2.19	1.09	0.89
II	2.90	1.46	1.53	3.31	0.46	1.02
III	6.70	1.36	1.46	0.84	1.74	1.08
IV	32.10	4.16	1.20	0.88	1.37	0.87

patrón que el referente a hongos (cuadro 1). Es importante remarcar que el coeficiente R/S para la humedad es el único parámetro que tuvo un incremento bastante pronunciado en el cuarto muestreo y que, por consiguiente, es el factor que mejor explicaría el fuerte incremento del coeficiente R/S para los hongos.

El carbono tuvo un comportamiento inverso al de la población de hongos rizosféricos en los primeros muéstreos para luego cambiar a un comportamiento directo. Este mismo patrón fue seguido por el nitrógeno de la rizósfera (gráfico 1). En el suelo libre de raíces sucedió aproximadamente lo inverso que en la rizósfera para estos dos elementos (gráfico 2). Los valores para el C y **im** del suelo son menores a los reportados para el año anterior por Gutiérrez-Correa *et al.* (1981), mientras que los valores de estos elementos son muy parecidos a los reportados por Zúñiga y Gutiérrez-Correa (1982) para la rizósfera de la misma especie en el mismo año.

No fue posible encontrar ninguna correlación estadística de estos elementos con la población de hongos. Sin embargo, una ligera correlación positiva fue encontrada para el producto de la tasa C/N y la humedad respecto a la población de hongos:

$$H = 136420 + 32564.7\ (h)(C/N)\ r^2 = 0.2584^*$$

donde, H es la población de hongos y h la humedad de la rizósfera. Este modelo sólo explica el 25.84 o/o de la variación de hongos en la rizósfera de S. *baderoa.* Si se observa el cuadro 1 se puede encontrar una ligera relación directa entre el R/S de hongos y el de la tasa C/N en concordancia con Par-nas (1976).

El pH de la rizósfera tuvo poca variación al igual que el fósforo. Sin embargo, una ligera relación inversa de estos dos parámetros con relación a la población de hongos puede ser observada en el gráfico 1 (Bamforth, 1976).

Un resultado sorprendente es el encontrado para el tamaño y peso de las plantas (gráfico 1). Existen, aparentemente, dos fases: la primera, en la que es posible encontrar una relación inversa entre estos factores y la población de hongos. Esto ocurre en los estadios siguientes a la germinación de las semillas. La segunda, en la que se evidencia una relación directa entre los parámetros mencionados; es decir, en los estadios de floración y fructificación. Sin embargo, no pudo encontrarse ninguna correlación-estadística entre la población de hongos y el peso de las plantas. Es indudable que el efecto rizósfera es mayormente producido por los exudados radiculares (Rovira, 1956a,b,c; Singh, 1977) asociados a otros factores edáficos y biológicos. Los exudados radiculares cambian durante la ontogenia. Se ha visto, por ejemplo, que la cantidad de exudados radiculares aumenta en el momento de la floración (Vancura *et al.,* 1977). Algunos compuestos como ole-finas, alcoholes, aldehidos y ácidos son abundantemente exudados durante la germinación y pueden afectar la germinación de las esporas de hongos (Van-cura ef *al.,* 1977). Es importante mencionar que existen otros factores rizosféricos que pueden afectar las variaciones de la población de hongos y que no han sido tomados en cuenta en este trabajo. Por ejemplo, la presencia de microorganismos antagónicos como protozoarios (Bamforth, 1976). De otro lado, es necesario tener en cuenta que el éxito de la competencia saprofítica de una especie está determinada por su habilidad competitiva y el balance entre su potencial de inoculo y el de sus competidores (Balis, 1975).

Con el objeto de integrar algunos de los factores ecológicos estudiados en un modelo explicativo de la variación poblacional de hongos en la rizósfera de *S. baderoa* se realizó una correlación múltiple utilizando una micro-corriDutadora Apple II plus (64K) con el paquete estadístico "Stratpro". El mejor modelo obtenido es una ecuación polinomial de segundo grado el cual explica el 85. 12 o/o de la variación poblacional de hongos. En el cuadro 2 se presentan los valores de los términos del polinomio, así como los coeficientes parciales de regresión. Se puede observar que la variable de mayor influencia fue la humedad, mientras que el peso seco de las plantas fue la variable de menor influencia. El modelo fue significativo conforme se muestra en el análisis de variancia (Cuadro 3). El 15 o/o de la variación que no es explicada por este modelo puede ser

debida a otras variables no tenidas en cuenta. Solamente la combinación de la humedad y la tasa C/N (en este modelo) explican el 50.83 o/o de la variación de hongos, lo cual concuerda con el modelo simple expuesto anteriormente.

CUADRO 2 RESUMEN DE LA REGRESION MULTIPLE (VARIABLE y = POBLACION DE HONGOS RIZOSFERICOS)

$$y = b_o + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_3^2 + b_7x_1x_2 + b_8x_1x_3 + b_9x_2x_3 .$$

Variable	Coeficiente Beta ($\times 10^6$)	r^2 parcial
———	4.95	———
x_1	− 4.90	0.4345
x_2	0.29	0.3848
x_3	3.45	0.1869
$(x_1)^2$	− 0.84	0.3892
$(x_2)^2$	− 0.14	0.3730
$(x_3)^2$	− 0.14	0.1352
$(x_1)(x_2)$	0.97	0.5083
$(x_1)(x_3)$	0. 62	0.2181
$(x_2)(x_3)$	− 0.43	0.2191

x_1 = humedad de la rizósfera.

x_2 = Tasa C/N

x_3 = Peso seco de plantas.

CUADRO 3 ANALISIS DE VARIANCIA PARA EL MODELO DE CORRELACION MULTIPLE (POLINOMIO DE SEGUNDO GRADO)

Fuente de variación	G.L.	SC ($\times 10^{13}$)	CM ($\times 10^{12}$)	Fc
Regresión	9	11.7004	13.0004	5.083*
Error	8	2.0460	2.5576	(α= 0.05)
Total	17	13.7464		

CONCLUSIONES

De lo expuesto anteriormente se pueden aproximar algunas conclusiones:

1. El 85.12 o/o de la variación poblacional de hongos en la rizósfera de *S. baderoa* es explicado por la humedad, tasa C/N y peso seco de las plantas integrando un polinomio de segundo grado.

2. El factor de mayor influencia sobre la población de hongos rizosféricos fue la humedad, mientras que el peso seco de las plantas fue el de menor influencia.

3. Algunos factores no tenidos en cuenta podrían estar influenciando la variación de hongos.

4. El "efecto rizósfera" sobre los hongos es mayor en los periodos de germinación y floración de las plantas.

BIBLIOGRAFÍA

1. BALIS, C.1975. A theoretical approach to competiti-ve saprophytic colonization of substrates as function of inoculum density. Ann. L'Inst. Phytopathol. Bena-ki, New Series 11:73-93.
2. BAMFORTH, S. S. 1976. Rhizosphere-soil microbial comparison in Subtropical forests of Southeastern Louisiana. Trans.Amer.Micros.Soc. 95:613-621.
3. BARUAH, C.K. & H.K. BARUAH. 1972. Rhizosphere microflora of *Arachis hypogaea* in relation to soil ty-pes. Indian Phytopathology 25:497-503.
4. BLACK, CA. (ed.). 1965. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbioiogical properties. Amer. Soc. Agronomy. Inc. Publisher, U.S.A.
5. GANGAWANE, L.V. & KB. DESHPANDE. 1977. Seasonal variation in the rhizosphere mycoflora of groundnut J. Indian bot. Soc. 56:289-293.
6. GUTIERREZ-CORREA, M., J. JHONCON & C. LOPEZ. 1981. Estudios microecológicos en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). I. Dinámica poblacional de microhongos. Anales Científicos UNA (en prensa).
7. GUTIERREZ-CORREA, M. & J. JHONCON. 1982. Ecología de *Penicillium* en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). **I.** Dinámica poblacional. Zonas Aridas (2)
8. JACKSON, M.L. 1970. Análisis químico del suelo. Ed. Omega, S.A. España.
9. JHONCON, J. & M. GUTIERREZ-CORREA. 1982. Es-tudjos microecológicos en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). **II.** Microhongos. Zonas Aridas (1): 81-86.
10. JHONCON, J. & M. GUTIERREZ-CORREA. 1983. Ecología de *Penicillium* en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). **II.** Distribución. Zonas Aridas (en este número).
11. KESWANI, C.L, T.H.M. KIBANI & M.S. CHOWDHU-RY. 1977. Effect of intercropping on rhizosphere population in maize *(Zea mays* L.) and soybean *(Glyci-ne max* Merrill). Agrie. & Environ. 3:363-368.
12. NAIR, S.K. & N.S.S. RAO. 1977. Microbiology of the root región of coconut and cacao under mixed crop-ping. Plant & Soil 46:511-519.
13. PARNAS, H. 1976. A theoretical explanation of the priming effect based on microbial growth with two limiting substrates. Soil Biol. Biochem. 8:139-144.
14. RAO, A.V. & R.L. SHARMA. 1978. Influence of **Che**micals on the microflora and enzyme activities in the cauliflower rhizosphere. Acta Bot. Indica 6:71-74.
15. ROVIRA, A.D. 1956a. Plant root excretions in relation to the rhizosphere effect. I. The nature of root exúdate from oats and peas. Plant & Soil 7:178-194.
16. ROVIRA, A.D. 1956b. Ibid. II. A study of the properties of root exúdate and its effect on the growth of micro-organisms isolated from the rhizosphere and control soil. Plant & Soil 7:195-208.
17. ROVIRA, A.D. 1956c. Ibid. III. The effect of root exúdate on the numbers and activity of micro-organisms in soil. Plant & Soil 7:209-217.
18. SINGH, P.N. 1977. Effect of root exudates and extraéis of *Solanum ningrum* and *Argemone mexicana* seedlings on rhizosphere mycoflora. Acta Bot. Indica 5:123-127.
19. VANCURA, V., Z. PRIKRYL, L. KALACHOVA & M. WURST. 1977. Some quantitative aspeets of root exu-dation. Ecol. Bull. (Stockholm) 25:381-386.
20. VUURDE, J.W.L. van. 1978. The rhizosphere microflora of wheat grown under controlled conditions. I. The effect of soil fertility and urea leaf treatment on the rhizoplane microflora. Plant & Soil 50:447-460.
21. YAGUE, N. &M. GUTIERREZ-CORREA. 1982. Dinámica poblacional de las bacterias del ciclo del nitrógeno en los suelos de las lomas de Lachay. Zonas Aridas (1):. 75-80.
22. ZUÑIGA, D. & M. GUTIERREZ-CORREA. 1982. Dinámica poblacional de diazotrofos libres en la rizósfera de *Sicyos baderoa.* Zonas Aridas (2).

Estudios Microecológicos en los Suelos de las Lomas de Lachay (Perü). 4.Hongos Celulolíticos *

Marcel GUTIERREZ-CORREA[1]

Jorge JHONCON[2]

RESUMEN

Se determinó la capacidad celulolítica de 13 especies de hongos aislados de los suelos de las lomas de Lachay. La celulólisis fue determinada en medio líquido utilizando discos de papel de filtro.
Se determinaron cuatro grupos según su capacidad celulolítica: a) Ninguna: **Fusarium xylarioides** y **Trichoderma** sp. LMUNA-1303; bl Baja: **Cephalosporium roseo-griseum, Cladosporium epiphylum, C. herbarum** y **Penicillium decumbens;** c) Mediana: **Penicillium kapuscinskii, P. velutinum / Trichoderma** sp. LMUNA-1308; di Alta: **Aureobasidium pullulans, Mucor circinelloides, Penicillium lilacinum v Stemphylium verruculosum.** Se discuten los resultados.

SUMMARY

The cellulolytic capacity of 13 fungal species isolated from soils of the "lomas" of Lachay was determined. Cellulolysis was determi-ned by using filter paper discs in a liquid médium.
Four groups were determined according to their cellulolytic capacity: a) None: **Fusarium xylarioides** and **Trichoderma** sp. LMUNA-1303: b) Low: **Cephalosporium roseo-griseum, Cladosporium epiphylum, C. herbarum,** and **Penicillium decumbens;** el Médium: **Penicillium kapuscinskii, P. velutinum** and **Trichoderma** sp. LMUNA-1308; di High: **Aureobasidium pullulans, Mucor circinelloides, Penicillium lilacinum,** and **Stemphylium verruculosum.** The results are discussed.

INTRODUCCION

Debido a que gran parte de la materia vegetal adicionada al suelo es material celulósico, la descomposición de este carbohidrato tiene especial importancia en el ciclo biológico del carbono (Alexander, 1977). Según Torres y López (1981), la productividad primaria en las "lomas" fluctúa entre 2 y 5 gr/m^2/día, mientras que en las lomas de Lachay la producción vegetal instantánea ("standing crop") alcanza valores de 2.5 gr/m (Gutiérrez-Correa *et al.,* 1981). De otro lado, la concentración de celulosa en las plantas varía entre 15 y 45 o/o (Alexander, 1977), lo que equivaldría entre 0.38 y 1.13 gr/m^2 de celulosa para el caso de Lachay. Es indudable, entonces, que la descomposición de celulosa como mayor componente vegetal contribuye enormemente al reciclaje del carbono en ambientes naturales.

La degradación de celulosa bajo condiciones naturales ha sido objeto de preocupación de numerosos investigadores y, también, de muchas investigaciones (para una revisión ver Zdanowski, 1977). Sin embargo, es necesario mencionar que otro componente del material vegetal es la lignina. Este último es bastante resistente a la degradación biológica y dificulta la degradación microbiana de la celulosa. La descomposición de la materia vegetal en el suelo por microorganis-mos celulolíticos y lignolíticos da lugar a la formación del humus (Tichy, 1968).
Aunque las investigaciones realizadas sobre la descomposición de la celulosa en la naturaleza son abundantes, es poco lo que se conoce sobre las enzimas Que participan en el proceso y sobre su forma de acción. Así, se acepta comunmente la intervención de dos enzimas denominadas C-j y C_x (Burns, 1977; Hong eí *al.,* 1976; Ortega, 1980). De otro lado, Lal y Mishra (1978) consideran que ambas enzimas podrían ser la misma. Sin embargo, es posible que la celulosa sea hidroli-zada por

un complejo de tres enzimas (C|, C^ y (3 - glucosidasa) que actuarían sinergísticamente (Lynch et al., 1981; Bailey y Ráttó, 1983).
En el presente trabajo, se reporta cualitativamente, la acción celulolítica de algunos hongos aislados de los suelos de Lachay.

MA TERIALES Y METODOS

Los hongos utilizados en el presente estudio fueron aislados de los suelos de las lomas de Lachay según se reporta en otra parte (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982, 1983).
El medio de cultivo empleado fue el mencionado por Berner y Chapman (1977) según la siguiente modificación en su composición (gr/l): K_2 $HP0_4$, 1; $MgS0_4.7H_20$, 0.3;peptona, 1; extracto da levadura, 0.1; solución de oligoelementos según Girard y Rougiux (1964), 4 mi; siendo el pH final de 6.6.
Como material celulósico se empleó papel de filtro Whatman No. 1 (Park, 1976b) cortado en discos de 0.55 cm de diámetro. Los discos de papel fueron secados (80°C x 24 h) y pesados. Para el experimento se emplearon frascos Erlenmeyer de 250 mi conteniendo 50 mi de medio de cultivo y dos discos de papel previamente pesados.
Para la preparación del inoculo se sembró cada cepa en el medio de cultivo solidificado con agar (1.5 o/o) sobre placas de 60 mm de diámetro. Después de incubación a 30°C por cuatro días, se tomó como inoculo un disco de agar-micelio de 0.2 cm de diámetro para cada frasco de prueba. Las determinaciones se hicieron por duplicado y la incubación de **lo$-**frascos se realizó en forma estática a 30°C por 20 días. Después de este periodo, se retiraron los discos de papel y se los secó a 80°C por 48 horas. Las pérdidas de peso de los discos de papel se compararon con el control (sin inoculo) y las diferencias de peso correspondieron al grado de celulólisis (—, ninguna; +, bajo; ++, mediano; +++, alto).

RESUL TADOS Y DISCUSION

En el suelo, una parte importante del carbono reciclado proviene de la biodegradación de polímeros vegetales. Las plantas son responsables de la mayor incorporación de carbono orgánico al suelo como consecuencia de su rol en la productividad primaria en los **habitats** terrestres (Atlas y Bartha, 1981). De otro lado, se ha mencionado que la celulosa es el mayor polímero y constituyente de las plantas y que su biodegradación es un prerrequisito para el normal funcionamiento de los ecosistemas (Zdanowski, 1977).
En trabajos anteriores, Jhoncon y Gutiérrez-Correa (1982, 1983) reportaron la microflora de los suelos de Lachay. Parte de las especies encontradas en esos estudios han sido utilizadas en el presente trabajo. En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en el experimento. Se puede observar que de las 13 especies empleadas, *Fusarium xylarioides* y *Trichoderma* sp. (LMUNA-1303) no presentaron capacidad celulolítica. Las especies con alta capacidad celulolítica fueron *Aureobasidium pullulans, Mucor circinelloides, Penicillium lilacinum* y *Stemphylium verruculosum.* Tres especies tuvieron mediana capacidad celulolítica *(Penicillium kapuscinskii, P. velutinum* y *Trichoderma* sp. LMUNA-1308) y cuatro tuvieron baja capacidad *(Cephalosporium roseo-griseum, Cladosporium epiphylum, C. herbarum* y *Penicillium decumbens).*
De los resultados antes mencionados causa extrañeza la ausencia de capacidad celulolítica por parte de *F. xylarioides* y de *Trichoderma* sp. LMUNA-1303. Ha sido frecuentemente mencionada la capacidad celulolítica de muchas especies de *Fusarium* (Atlas y Bartha, 1981; Lal y Mishra, 1978; Ortega, 1980, Park, 1976a,b) y de *Trichoderma* (Alexander, 1977; Bailey y Ráttó, 1983; Hong *et al.,* 1976; Lynch era/., 1981).
Puede ser posible, sin embargo, que los aislamientos utilizados en este experimento no representen las capacidades generales de las especies en cada uno de los casos.
Es interesante mencionar que *M. circinelloides* ha sido considerado como una especie pionera para los suelos de Lachay (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982), al igual que *P. kapuscinskii* y *P. lilacinum* (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1983). Esto es importante en la medida que estas especies aseguran la biodegradación constante de celulosa en el suelo con la consiguiente producción de formas carbonadas rápidamente disponibles (glucosa) para otros microorganismos con altos requerimientos energéticos para el normal desarrollo de sus funciones. Las especies *A. pullulans,*

C. herbarum, C. roseo-griseum y *S. verruculosum* asegurarían la degradación de celulosa en los meses en que la humedad del suelo disminuye ("época seca"), puesto que su patrón de aparición corresponde a la baja de humedad del suelo (Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982). Es importante también mencionar, que las cuatro especies de *Penicillium* utilizadas en este experimento son celulolíticas. Ha sido de mostrado el papel que cumplen las diferentes especies de *Penicillium* en la degradación de la materia orgánica en los suelos de Lachay (Gutiérrez-Correa y Jhoncon, 1982; Jhoncon y Gutiérrez-Correa, 1982, 1983).

Las celulasas son enzimas extrace-lulares que pueden encontrarse en for. ma libre en el suelo (Briggs y Sped[1] ding, 1963; Burns, 1977). El complejo celulasa actúa, al parecer, bajo un mecanismo parecido al del operón Lac siendo inhibido por retroalimentación por la glucosa (Hong *et al.,* 1976). En esta forma ciertos productos derivados de la celulosa como la carboxime-tilcelulosa son buenos inductores (Hong *et al.,* 1976). Sin embargo. Ortega (1980) encontró que la glucosa inducía la producción de celulasas en varios hongos. El mismo autor encontró que *F. oxysporum* sólo producía celulasas en presencia de material celulósico. En el suelo, ha sido determinado que la actividad de la celulasa, junto con otras carboh id rasas, depende del material celulósico incorporado (Rice y Malik, 1977). De otro lado, Park (1976a,b) ha estudiado el efecto del nitrógeno en la descomposición de la celulosa encontrando diferentes grupos de hongos según sus requerimientos de nitrógeno (como (NH^^SO^). Es importante señalar que en nuestro experimento se ha utilizado peptona como fuente de nitrógeno la cual tiene menor aceptación que una fuente rápidamente utilizable.

CONCLUSIONES

De los resultados expuestos en el presente reporte se deduce que las especies estudiadas pueden dividirse en cuatro grupos según su capacidad celulolítica:

a) Ninguna: *F. xylarioides* y *Trichoderma* sp. LMUNA-1303.
b) Baja: *C. roseo-griseum, C. epiphylum, C. herbarum* y *P. decumbens.*
c) Mediana: *P. kapuscinskii, P. velutinum* y *Trichoderma* sp. LMUNA-1308.
d) Alta: *A. pullulans, M. circinelloides, P. lilacinum* y *S. verruculosum.*

BIBLIOGRAFIA

CUADRO 1 CAPACIDAD CELULOLITICA DE ALGUNOS HONGOS DE SUELO DE LAS LOMAS DE LACHAY

Especie	Densidad relativa* o/o	Celulólisis**
Aureobasidium pullulans Arnaud	1.61	+++
Cephalosporium roseo-griseum Saksena	0.49	+
Cladosporium epiphylum Pers.	0.60	+
Cladosporium herbarum Link	0.86	+
Fusarium xylarioides Steyaert	0.75	–
Mucor circinelloides van Tieghem	1.59	+++
Penicillium decumbens Thom	0.90	+
Penicillium kapuscinskii Zaleski	0.84	++
Penicillium lilacinum Thom	0.64	+++
Penicillium velutinum van Beyma	0.71	++
Stemphylium verruculosum Zimmermann	0.86	+++
Trichoderma sp. Pers. LMUNA-1303	0.90	–
Trichoderma sp. Pers. LMUNA-1308	0.60	++

* Sobre 5,349 aislamientos.

** –, ninguna; +, baja; ++, mediana; +++, alta.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALEXANDER, M. 1977. tntroduction to soil micro-biology. 2nd. ed. Wiley & Sons, Inc.
2. ATLAS, R.M. & R. BARTHA. 1981. Microbial ecology: Fundamentáis and applications. Addison-Wesley Publ. Co.
3. BAILEY, M.J. & M. RáTTó. 1983. ProductiOn and some properties of cellulolytic and xylanolytic enzy-mes. En "Proc. Symp. Bioconversion of Plant Raw Material by Microorganism", p. 105-117. Tvárminne October 1982. Helsingin yliopiston mikrobiologian laitoksen julkaisuja 26.
4. BERNER, K.E. & E.S. CHAPMAN. 1977. The cellulolytic activity of six oomycetes. Mycologia 69:1232-1236.
5. BRIGGS, M.H. & D.J. SPEDDING. 1963. Soil enzy-mes. Sci. Prog. 51:217-225.
6. BURNS, R.G. 1977. Soil enzymology. Sci. Prog. 64: 275-285.
7. GIRARD, H. & R. ROUGIEUX. 1964. Técnicas de microbiología agrícola. Ed. Acribia, S.A.
8. GUTIERREZ-CORREA, M., J. JHONCON & C. LOPEZ. 1981. Estudios microecológicos en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). I. Dinámica poblacional de microhongos. Anales Científicos UNA (en prensa).
9. GUTIERREZ-CORREA, M. & J. JHONCON. 1982. Ecología de *Penicillium* en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). I. Dinámica poblacional. Zonas Aridas (2)
10. HONG, S.W., Y.C. HAH, K.H. MIN & Y.H. RHEE. 1976. Isolation of cellulolytic microorganisms and their physiological characteristics. Korean J. Microbiol. 14:17-24.
11. JHONCON, J. & M. GUTIERREZ-CORREA. 1982. Estudios microecológicos en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). II. Microhongos. Zonas Aridas (1):81 -
12. JHONCON, J. & M. GUTIERREZ-CORREA. 1983 Ecología de *Penicillium* en los suelos de las lomas de Lachay (Perú). II. Distribución. Zonas Aridas (1).
13. LAL, R. & M.M. MISHRA. 1978. Cellulolytic activity of some soil fungi. Folia Microbiol. 23:68-71.
14. ORTEGA, J. 1980. Cellulase activities of soil fungi. Texas J. Sci. 32:241-246.
15. PARK, D. 1976a. Carbón and nitrogen levéis asfactors influencing fungal decomposers. En "The role of te-rrestrial and aquatic organisms in decomposition pro-cesses". The 17th Symp. Br. Ecological Scoc. (J.M. Anderson & A. Macfadyen, eds.), p.41-59. Blackwell Sci.Publ.
16. PARK, D. 1976b. Nitrogen level and cellulose decomposition by fungi. Int. Biodetn. Bull. 12:95-99.
17. LYNCH, J.M., J.H. SLATER, J.A. BENNET & S.H.T. HARPER. 1981. Cellulase activities of some aerobic micro-organisms isolated from soil. J. gen Microbiol. 127:231-236.
18. RICE, E.L. & M.A.B. MALLIK. 1977. Causes of de-creases in residual carbohydrase activity in soil during old-field succession. Ecology 58:1297-1309.
19. TORRES, J. & C. LOPEZ. 1981. Productividad primaria en las lomas de la Costa Central del Perú. Boletín de Lima(14):1-11.
20. TICHY, V. 1968. Investigations on humus formation in lignocelluloses. XI. Chemical changes in the course of cellulolytic and lignivorous type of lignocellulose decomposition. Publ. Fac. Sci. Univ. J.E. Purkyne, Brno (4921:165-172.
21. ZDANOWSKY, M.K. 1977. Microbial degradation of cellulose under natural conditions. A review. Pol. Arch. Hydrobiol. 24:215-225.