

Estado actual de la investigación sobre *Ipomoea carnea*: toxicidad en ganado caprino

Current state of research on *Ipomoea carnea*: toxicity in caprine herd.

Ana Sabogal Dunin Borkowski

Profesora de la Sección Química y Coordinador Académico del Instituto de Estudios Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
asabogal@pucp.edu.pe

Resumen:

Ipomoea carnea, característica de los bosques secos del Perú, presenta dos subespecies: *carnea* y *fistulosa*. El estudio realiza una revisión bibliográfica de las causas de la toxicidad de *Ipomoea carnea* y de sus efectos tóxicos en el ganado caprino. Se estudia como causas de la toxicidad la presencia de los alcaloides swansonina y calystegina y la presencia de selenio. Se investiga la relación entre la distribución de selenio en el suelo y su absorción por la planta en Jaguar Negro, Las Lomas y Coto de Caza El Angolo, en el departamento de Piura.

Abstract:

Ipomoea carnea from the dry forest of Peru appears under two sub-species: *carnea* and *fistulosa*. This study reviews the causes of toxicity by *Ipomoea carnea* and its toxic effects on caprine herds. The presence of swansonina and calystegina alkaloids, and of selenium, are studied as causes of toxicity. The relationship between selenium distribution on soil and its absorption by plants in Jaguar Negro, Las Lomas y Coto de Caza El Angolo, in the department of Piura, is studied.

Palabras claves: *Ipomoea carnea*, toxicidad, ganado caprino, bosque seco.

Introducción

La presente investigación es parte del resultado del trabajo de campo realizado en la zona de Jaguar Negro, Las Lomas y el Coto de Caza El Angolo, provincia de Sullana, departamento de Piura. En estas zonas se encuentra a *Ipomoea carnea* como una especie tóxica que es consumida por el ganado caprino en la época de sequía cuando no quedan otras alternativas de alimento. Esta especie produce dependencia en la cabras originando su intoxicación y posteriormente su muerte. El motivo de esta intoxicación ha sido poco estudiado, siendo sin embargo, importante para la producción ganadera de la región. Es por ello que el trabajo plantea una revisión de la botánica, bioquímica y distribución de la especie haciendo hincapié en el contenido de alcaloides y de selenio. Se realiza análisis de

selenio en plantas y suelo y se discute la distribución de la especie en campo a la luz de los análisis.

I. Clasificación, botánica, distribución y ecología

Ipomoea carnea pertenece al orden Solanales, familia Convolvulaceae. El orden solanales contiene plantas que elaboran alcaloides [1].

Los criterios de clasificación de *Ipomoea carnea* e *Ipomoea fistulosa* en dos especies diferentes no están del todo cubiertos [1]. Es por ello que serán clasificados como *Ipomoea carnea* con dos subespecies: *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa* ((Mart. ex Choisy) D. Austin) e *Ipomoea carnea* ssp. *carnea* ((Jacq.) D. Austin). Desde 1977 *Ipomoea fistulosa* (Mart. ex Choisy) es clasificada como *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa* [2].

La familia Convolvulaceae se encuentra distribuida en la selva tropical, en ecosistemas de estepas, savanas y en zonas desérticas [2]. En los climas templados solo se encuentran algunos géneros. La familia contiene 55 géneros y 1600-1700 especies, de los cuales 750 especies (44%) provienen del nuevo mundo. En África encontramos 13 géneros, en Asia 10.

El género *Ipomoea* contiene cerca de 400 especies tropicales y subtropicales, la mayoría de las cuales están distribuidas en América [2-4]. Muchas especies son utilizadas como especies ornamentales debido a sus bellas flores. En el siglo 17 fue introducido el género *Ipomoea* al Japón [2].

Las plantas de la familia Convolvulaceae son plantas trepadoras [1]. Las flores poseen 5 pétalos irregulares [4]. El género *Ipomoea* posee flores completas. El fruto es una capsula con dos o cuatro tabiques, a menudo cubierta. En ella se alojan comúnmente 4 o bien 6 grandes semillas [5].

Ipomoea carnea posee hojas ovales, acorazonadas de 5-15 cm. de largo (Fig. N°1). Los pétalos poseen tonalidades que fluctúan entre rosadas y violetas, eventualmente blancos, sus cápsulas son ovales y poseen 4 semillas vellosas [6]. *Ipomoea carnea* es originaria del norte del Perú [7], donde es llamada «Borrachera».

Ipomoea fistulosa (Mart. ex Choisy) proviene de América tropical [8]. Al inicio se confundió con *Ipomoea carnea*. *Ipomoea fistulosa* es una especie arbustiva. Se caracteriza por la presencia de lenticelas cilíndricas en la madera joven. A diferencia de la madera joven, la madera adulta no presenta vellosidad. El estilo posee forma oval y es 2-10 cm. de largo. La hoja es de 10-20 cm. de largo. En la base de la hoja se observan 2-5 venas. Las flores son axilares y terminales, la cima posee varios sépalos de 5 mm de largo. La corona de las flores es rosada y presenta vellosidad. El ovario posee 2 - 4 óvulos; el estilo tiene 24 mm de largo. Los frutos son capsulares [8].

El género *Ipomoea* se encuentra presente en ecosistemas en los que predomina el estrato arbustivo o espacios abiertos, también esta presente en ecosistemas secos de clima semidesértico, en ellos sus brotes jóvenes son trepadores o bien rastreros. En ecosistemas de vegetación arbustiva seca o en savanas *Ipomoea* puede desarrollar como un arbusto de gran envergadura [9]. Bajo el género *Ipomoea* encontramos árboles, arbustos y enredaderas que forman matorrales floridos. El género *Ipomoea* se encuentra en la formación Algarrobal-Zapotal en el Perú [10]. En este ecosistema se describen *Ipomoea carnea*, *Ipomoea nil* e *Ipomoea pes-caprae* var. *peruviana*.



Foto N°1: *Ipomoea carnea*, forma de crecimiento

Foto N°2: *Ipomoea carnea* flor

Ipomoea carnea se encuentra en bosques xerófitos y chaparrales [2] como por ejemplo el valle del Jequetepeque [11]. En Piura, al norte del Perú podemos encontrar *Ipomoea carnea* en Carrizalillo, San Marcos, Cañaverel, Cherrelique, La Chozza, El Cardo y Chicama [12].

La especie *Ipomoea fistulosa* se encuentra distribuida en Guayaquil (Ecuador) y Brasil (Pernambuco) y también al norte del Perú. En el Perú se la encuentra en el valle del Marañón a una altitud de 400 a 900 msnm., en Cutervo y en Chachapoyas entre 800 y 1500 msnm, y como parte de la savana xerófila entre 500 y 1100 msnm.

La propagación de *Ipomoea* es principalmente vegetativa por medio de enraizamiento natural de las ramas. Se trata de

una especie extremadamente resistente a la sequía [6], que puede sobrevivir luego de un incendio y de un fuerte corte. El suelo en el que crece *Ipomoea carnea* es arcilloso [6] o bien como se observa en el espacio de trabajo arcillo arenoso. La planta florece durante largos periodos y en zonas tropicales durante todo el año. Durante los meses de sequía, la planta pierde sus hojas permaneciendo sólo los frutos [7]. En los meses secos *Ipomoea carnea* desarrolla semillas y pierde sus hojas [6], mientras que *Ipomoea fistulosa* en los meses secos conserva sus hojas [13-14]. Durante los meses secos en el espacio estudiado se encontró, sin embargo, algunas plantas con flores, semillas y algunas hojas.

Ipomoea carnea es típica de ecosistemas alterados donde el bosque ha sufrido deforestación o bien sobre pastoreo. Bajo estas condiciones podemos considerar a *Ipomoea carnea* como una planta pionera [15]. En campos de cultivo abandonados crece *Ipomoea carnea* [11].

II.Relevancia y toxicidad de *Ipomoea carnea* para los espacios pastoreados

La ingestión de *Ipomoea carnea* conlleva intoxicaciones espontáneas en animales, sobre todo se ha observado este efecto en cabras. Se trata de ecosistemas que atraviesan un largo periodo regular de sequía, tal es el caso de Sudán [16], India [17], Mozambique [18], EE.UU. (Texas), Argentina, Caribe, Sri Lanka, Australia, Hawai y Arabia [19]. Datos sobre la toxicidad de *Ipomoea carnea* datan desde el siglo pasado [20]. *Ipomoea carnea* en las zonas secas del oeste africano, es tóxica para el ganado [20]. La falta de alimento debida a largos periodos de sequía parece ser el factor más importante para la predisposición a la toxicidad de los animales [21].

En El Pantanal (Brasil) el 12% de las causas de muerte del ganado vacuno es el consumo de hojas o raíces con efectos tóxicos. Entre las plantas tóxicas en este espacio encontramos a *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa* e *Ipomoea asarifolia* [22]. En Brasil *Ipomoea fistulosa* es descrita como una de las plantas más tóxicas en la zona noreste de Brasil [6]. Envenenamientos con *Ipomoea fistulosa* son conocidos en la comunidad Petrolina/Pernambuco y Juazeiro/Bahia en el valle de Sao Francisco desde fines del siglo XIX [3]. En los últimos años se ha reportado envenenamientos con *Ipomoea carnea* en las zonas tropicales de África y Asia. En la mayoría de reportes se trata de regiones pobres, en las que solo existe reducida actividad agrícola extensiva y en los cuales la crianza de cabras cumple un rol importante [3]. Según los campesinos de la Comunidad de Jaguay Negro (Piura) se ha observado en la zona de estudio intoxicaciones y abortos del ganado caprino originados por el consumo de *Ipomoea carnea*.

Los problemas patológicos ocurren recién cuando debido a la larga época de sequía no hay pastos palatables y una de las

pocas especies con hojas verdes es *Ipomoea fistulosa* [14, 16]. En épocas de sequía, cuando existe escasez de alimentos, los animales consumen llevados por el hambre *Ipomoea fistulosa* que permanece verde y está presente en grandes cantidades [13-14]. Las especies afectadas son cabras, ovejas y el ganado vacuno [21, 14-15]. Tal es el caso de la zona de estudio: Jaguay Negro y Las Lomas, donde una de las pocas especies presentes en el periodo de sequía es *Ipomoea carnea*. Ello es corroborado por los comuneros de Jaguay Negro. Intoxicaciones en Mozambique [19] y en la Comunidad de la Provincia de Rio de Janeiro, demuestran que las intoxicaciones ocurren cuando como consecuencia de la disminución de las áreas de pastoreo se produce un empobrecimiento de la calidad del alimento del ganado y sólo queda *Ipomoea fistulosa* como alternativa de alimento [3].

Hace más de un siglo, se reporta que *Ipomoea fistulosa* es tóxica para ganado ovino y caprino en el departamento de Ceará en Brasil [21]. Los animales intoxicados pierden estabilidad, adelgazan y finalmente mueren. La enfermedad descrita como «lysonal storage disease» es causada por *Ipomoea carnea* en cabras en Mozambique [19]. Luego de un prolongado periodo de alimentación con *Ipomoea carnea* las cabras muestran alteraciones nerviosas, como consecuencia de las afectaciones causadas en el cerebro y en la columna vertebral. Posteriormente, en una etapa más avanzada se observa adelgazamiento de los animales. Todos los animales investigados mostraron cambios en el comportamiento y perturbaciones nerviosas, así como anomalías en los movimientos y en la postura [19, 21]. En India tres cabras alimentadas con *Ipomoea carnea* murieron luego de 3, 27 y 55 días. Los síntomas de la intoxicación fueron: apatía, pérdida de equilibrio, debilidad y parálisis de las extremidades posteriores [17]. Síntomas semejantes se observan en intoxicaciones con *Ipomoea fistulosa* [14,21]. La muerte sobrevino unas semanas después del inicio de los síntomas. Los estudios histológicos mostraron una vacuolización de las neuronas del sistema nervioso central [21].

En otro experimento los animales intoxicados murieron unas semanas después de haber ingerido *Ipomoea carnea* [21]. Los primeros síntomas aparecieron luego de 12 a 48 días. Se reportaron los siguientes síntomas en cabras que se alimentaron con *Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa*: pérdida de pelo, pelo seco y afecciones en el comportamiento [22].

Luego del consumo de *Ipomoea carnea* por cabras y ovejas se observó cambio del cuadro sanguíneo y anemia [6]. En un estudio post-mortem se presentó necrosis y sangrado. Estos síntomas fueron descritos como consecuencia de la anemia [6]. Una intoxicación crónica puede causar en los rumiantes enfermedades cardiovasculares y daños al sistema reproductivo como son: disminución del libido, infertilidad y abortos. Se produce también una disminución de la resistencia frente a

enfermedades infecciosas, sobre todo de los órganos respiratorios.

Las cabras alimentadas con *Ipomoea carnea* mostraron preferencia por esta planta después de un tiempo [6]. Lo mismo se observó con *Ipomoea fistulosa* en animales domésticos. Los animales muestran preferencia por *Ipomoea fistulosa* dejando de consumir otras especies [6]. En Jaguay Negro (Piura), se observa en cabras preferencia por *Ipomoea carnea*. Los campesinos reportan que los animales que llegan a consumir esta planta una vez estabulados se escapan. Si no logran vencer la cerca, dejan de comer. Es por ello que esta planta lleva como nombre común borrachera (comunicación personal de los comuneros de Jaguay Negro). *Ipomoea carnea* es utilizada en la India (Chhattisgarh) como barrera o cerco contra los animales silvestres y para el control biológico y aplicada como insecticida natural [23].

La toxicidad de *Ipomoea carnea* es causada por el látex de esta planta. La planta seca y sin semillas deja de ser tóxica. Es por ello que los animales no deben ser expuestos al consumo de *Ipomoea carnea* cuando esta posee semillas [24]. Las semillas de *Ipomoea carnea* son las más efectivas de todo el género [25].

III. Efectos tóxicos de *Ipomoea carnea*

Los alcaloides swansonina y calystegina B2 y C1 fueron aislados de *Ipomoea carnea* (*Ipomoea carnea* subespecie *fistulosa*) [6]. **Morrison, cit. por Meza, 1994 [24], reporta que *Ipomoea carnea* posee selenio en su composición química.** *Ipomoea carnea* es utilizada como narcótico. Un extracto de sus hojas causa embriaguez, mientras que fumar sus hojas causa efectos alucinógenos. Aún no se ha demostrado que los alcaloides de la planta que se originan de ácido lisérgico, muestren síntomas patológicos o lesiones histológicas [7].

Importancia de los alcaloides para *Ipomoea carnea*

Los alcaloides se construyen a partir de aminoácidos y son acumulados en la vacuola. La toxicidad de muchas plantas es consecuencia de la presencia de alcaloides. Hoy en día se considera que los alcaloides, como consecuencia de su toxicidad, son importantes en la defensa de las plantas contra sus enemigos naturales: microorganismos patógenos herbívoros [26-27]. En algunas plantas constituyen estos pesticidas naturales hasta el 10% de la materia seca [27]. Los extractos de alcaloides son importantes para mantener el equilibrio ecológico de la especie [28]. Los alcaloides y otras sustancias fitotóxicas pueden frenar el crecimiento del micelio del hongo [29] y defender de esta manera a la planta.

Muchas plantas que tienen efectos tóxicos sobre animales, tienen la capacidad de sintetizar alcaloides. Esto se observa en algunas familias de plantas como solanáceas, papaveráceas, apiáceas y en muchos hongos [29]. En la célula vegetal el tonoplasto que envuelve a la vacuola, protege al protoplasma de los alcaloides almacenados en la vacuola [30].

Los alcaloides están presentes en las zonas periféricas de las plantas como son los frutos, las raíces, la corteza y las hojas o bien acumulados en las vacuolas. Algunos animales pueden consumir plantas que contienen alcaloides. Los animales domésticos a diferencia de los silvestres, no han sufrido la selección y no presentan resistencia frente a las plantas tóxicas [28].

Algunos alcaloides influyen en el sistema nervioso, afectando a los neurotransmisores, otros en el transporte de la membrana, en la síntesis de proteínas o en la actividad sintética [31]. Los alcaloides bloquean, aún en concentraciones pequeñas la división celular en su metafase [32].

Los alcaloides swainsonina y calistegina B₂ y C₁ fueron aislados de *Ipomoea carnea* (*Ipomoea carnea* ssp. *fistulosa*) [21]. Swainsonina afecta al funcionamiento del aparato de Golgi [21] y por tanto de la duplicación cromosómica. Impide la formación del cuadro de glicólisis característico de la formación de tumores. Este alcaloide lleva a una disminución del crecimiento y una disfunción de la formación de la metástasis del tumor [33].

La enfermedad denominada «*Locoismo*» es provocada por el consumo de las plantas que contienen el alcaloide swainsonina. A consecuencia de esta se observan abortos y nacimiento de animales débiles y malformaciones. En estudios clínicos se observa una vacuolización del citoplasma en el sistema nervioso central, en la tiroides, en el epitelio tubular del riñón fetal y de la placenta [21]. Se presupone que estos síntomas están unidos a la toxicidad de la swainsonina y que ésta es la causa de la toxicidad de *Ipomoea carnea*.

Importancia fisiológica del selenio para *Ipomoea carnea*

El selenio se encuentra en la naturaleza, la mayoría de las veces unido al azufre en forma de pirita y tierra sulfúrica. La química del selenio posee muchas semejanzas a la química del azufre. Es por ello que el selenio se comporta de manera parecida al azufre.

La selenocisteína, es un amino ácido, que se forma durante la síntesis de proteínas. A cambio del azufre, la selenocisteína contiene selenio. Algunas enzimas requieren selenocisteína en su centro activo. La selenocisteína se transforma en selenocisteína-tRNA_{sec}, y la adición de selenio se realiza por

medio del selenofosfato. Estos restos de selenocisteína son adicionados a la proteína del ribosoma con ayuda de una encima y unida al RNA. Un UGA-(Stop)-Codon codifica la adición de selenio en la cadena de proteínas. La curvatura del anticodon provoca que las primeras bases del anticodon del mRNA no tengan un número par de bases [1]; ello puede no ser reconocido en la síntesis de RNA bloqueando la construcción del DNA. Según parece el selenio puede provocar mutaciones al cambiar el RNA (Stop-codon).

Morrison, cit. Meza, 1994, menciona que *Ipomoea carnea* contienen selenio [24]. **De confirmarse la presencia de selenio en las plantas de *Ipomoea carnea*, ésta podría ser la causa de las malformaciones genéticas en cabras alimentadas con *Ipomoea carnea* que reportan los campesinos de Jaguay Negro (comunicación personal).**

Ipomoea batatas (camote) es atacada con frecuencia por el hongo *Ceratostomella fimbriata* que causa efectos tóxicos en cabras, ovejas y chanchos [34]. Ya que en la composición química de *Ipomoea batatas* no se ha encontrado selenio [35], es de presuponer que los efectos alucinógenos son consecuencia del ataque del hongo [36]. Ésta unida a la presencia de alcaloide, podría ser la causa de la toxicidad de *Ipomoea carnea*.

El selenio en la planta se encuentra principalmente en su forma libre, como coenzima. Su contenido depende de la especie, de la edad de la planta y del suelo [37]. Selenito (SeO₃²⁻) y Selenato (SeO₄²⁻) compiten por ingresar a la raíz. Las plantas priorizan selenato a selenito. También los sulfatos y los selenatos compiten por la absorción en la raíz. Es por ello que el contenido de selenio en la planta en suelos sulfúricos puede ser pequeño [37].

El contenido de selenio y la tolerancia al selenio en la planta varía con la especie vegetal. Las plantas se dividen en: plantas acumuladoras de selenio, y plantas que no acumulan selenio. En plantas acumuladoras de selenio, el contenido de selenio está entre 100 y 200 más alto que en las plantas no acumuladoras de selenio [38]. En plantas que no acumulan selenio, pero que pueden tolerar gran cantidad de selenio en el suelo, la estrategia es evitar que el selenio del suelo ingrese a la planta (Wu y Huang, 1992 cit. [37]).

El contenido normal de selenio en la planta se encuentran entre 5 y 30 µg selenio/g de materia seca, mientras que las especies acumuladoras de selenio pueden contener hasta 1000 µg selenio/g de materia seca [39].

Elevados contenidos de selenio en la planta pueden proteger a las plantas de los insectos (Pate, 1983 cit. [37]). Anteriormente el selenio era utilizado como fungicida. Hoy en día, debido a su toxicidad ya no se utiliza. Se ha demostrado que la capacidad

de las plantas a construir sustancias químicas y almacenarlas en el tejido, tiene como objetivo proteger a las plantas frente a sus depredadores, lo que representa un paso importante en la evolución de las mismas. De esta manera las plantas son protegidas de la mayoría de herbívoros mediante la elaboración de sus productos químicos. Los insectos que sólo se alimentan de plantas con metabolitos secundarios como los producidos por selenio, son con frecuencia de colores brillantes [38]. En *Ipomoea carnea* en la zona de trabajo Las Lomas/Jaguay Negro, se encontró un insecto de la familia Cerambicidae que poseía estas características.

De esta revisión se deduce la pregunta si las cabras que consumen *Ipomoea carnea* en la época seca en la zona de estudio son influenciadas por el selenio.

IV. Materiales y métodos: *Ipomoea carnea*: análisis químico y observaciones de campo

Los objetivos del análisis de selenio fueron por un lado evaluar el contenido de selenio en el suelo y en la planta, por otro definir si existe una relación entre el contenido de selenio de la planta y del suelo. Para ello se realizó un análisis de selenio en el suelo y un análisis de selenio en las plantas en Las Lomas y para Jaguay Negro. En El Coto de Caza El Angolo sólo se realizó análisis de suelos, no se realizaron análisis de selenio en plantas debido a la baja distribución de las plantas en la zona.

Los análisis realizados fueron los siguientes:

- Selenio en las plantas: se realizaron 6 análisis de selenio en *Ipomoea carnea*. Las plantas fueron recolectadas en las parcelas de Las Lomas y de Jaguay Negro, en los espacios donde la abundancia de *Ipomoea carnea* era mayor. En las plantas recolectadas se analizó: 1. los tallos, 2. las hojas y 3. los frutos. EL contenido de selenio fue analizado según el método de absorción atómica (AAS) mediante hibridización. Para el Coto de Caza El Angolo no se realizaron análisis de selenio en plantas ni en suelo, ya que *Ipomoea carnea* tenía una disminución mucho menor. Las partes de la planta fueron recolectadas en julio del 2004, 3 meses luego del inicio de la época seca. Los tallos fueron recolectados con tijera de podar a una altura de 1 m., en tallos de 1,5 cm. de diámetro. De esta manera los tallos recolectados eran tallos de plantas adultas, de plantas de 2 a 3 años. Las hojas seleccionadas para el análisis fueron hojas adultas semisecas en la época de sequía.
- Análisis de suelos: se realizaron 3 análisis de suelos en Las Lomas, Jaguay Negro y en el Coto de Caza El Angolo. El contenido de selenio fue analizado por el método de absorción atómica (AAS) mediante hibridización. La toma de muestras se realizó eliminando una capa de hojarasca a

una profundidad de 30-60 cm. De las 30 parcelas estudiadas para cada zona, se recolectó la muestra de suelo, y se mezclaron tomas de las muestras recolectadas para seleccionar la muestra de suelo para el análisis de selenio. De esta manera, si bien sólo se realizó una muestra por zona, ésta representa la mezcla de suelo de 30 parcelas.

V. Resultados y discusión: Análisis de selenio en las plantas y en el suelo

Según los resultados se confirma que las semillas contienen más selenio que los tallos. La presencia de selenio en el suelo del espacio de trabajo y en *Ipomoea carnea* se observa en la tabla N°1:

Tabla N°1: Contenido de selenio en *Ipomoea carnea* y en los suelos del lugar de estudios

Lugar de estudio	Contenido de selenio en el suelo ppm	Parte de la planta	Contenido de selenio Materia seca en ppm.
Jaguay Negro	1,2 elevado	Tallos	0,4 bajo
		Hojas	0,5 bajo
		Semillas	0,5 bajo
Las Lomas	0,5 medio	Tallos	1,6 bajo
		Hojas	4,0 bajo
		Semillas	4,5 normal
Coto de Caza El Angolo	0,5 5 medio	no se realizó análisis	no se realizó análisis

Selenio en las plantas del lugar de estudio

El selenio en las hojas de las plantas que crecieron en condiciones normales de suelos, se encuentra normalmente por debajo de 1 ppm y a menudo incluso por debajo de 0,1 ppm (0,07-0,06 mg/kg) [39]. En la plantas del lugar de estudio Las Lomas, que fueron recolectadas en campo, se encontró 1,6, 4,0 y 4,5 mg/kg de materia seca de selenio, un contenido que puede ser designado como elevado [39]. Este contenido es aparentemente consecuencia de el elevado contenido de selenio en el suelo de Las Lomas (0,5 mg/K).

Si revisamos los resultados bibliográficos de otros autores, los resultados de selenio en el suelo de Las Lomas no son muy elevados. Otros datos bibliográficos resaltan la relación entre el contenido de Selenio en el suelo y el contenido en la planta. Los contenidos de selenio en las plantas de Las Lomas y del Coto de Caza Jaguay Negro serán analizados en relación al contenido de selenio en el suelo.

Selenio en el suelo de lugar de estudio

El selenio se encuentra en el suelo de origen volcánico y en suelos con sedimentos marinos. En la pirita, está unido el selenio al sulfato. El selenio parece estar relacionado con el

pH del suelo. En suelos con elevados contenidos de pH la absorción de selenio es menor [40]. En la mayoría de suelos, el selenio se encuentra en una muy baja concentración y a menudo su contenido es menor de 0,2 μg de suelo. Los contenidos de selenio en el suelo están positivamente relacionados con el contenido de materia orgánica, del carbonato total y de arcilla. El selenio en el suelo en forma orgánica o en forma de Se^{2-} , SeO_3^{2-} y SeO_4^{2-} . SeO_3^{2-} y SeO_4^{2-} se encuentran unidos a la arcilla. En suelos ácidos y neutros el selenio esta disponible unido al fierro [41]. La planta prefiere el selenio en el suelo como SeO_4^{2-} (selenato) que como SeO_3^{2-} (selenito) [37].

Algunas especies de plantas crecen sólo en suelos que contienen selenio, tal es el caso de *Atriplex* sp. (Davis, 1972 cit. [37]). Los suelos donde crecen estas plantas pueden contener cientos y hasta miles de ppm de selenio. Estas especies son consideradas como plantas acumuladoras e indicadoras de selenio [37]. Sin embargo, no todas las plantas que crecen en suelos ricos en selenio acumulan selenio. De las 49 especies de *Astragalus* sp. solo 3 acumulan selenio (Davis, 1972 cit. [37]).

Se designa suelos pobres en selenio a aquellos que contienen menos de 0,5 mg selenio/kg de suelo [42]. En la zona de estudio (Las Lomas, Jaguay Negro y en el Coto de Caza El Angolo) se encuentra el contenido de selenio del suelo por encima del promedio (tabla N°1).

En Las Lomas y en el Coto de Caza El Angolo, el suelo contiene 0,5 mg de selenio/kg de suelo. Este valor está en el límite del valor de suelos pobres en selenio; es sin embargo, mayor que el valor en selenio del promedio de los suelos [42]. En la mayoría de suelos el contenido de selenio se encuentra en una concentración muy pequeña, a menudo por debajo de 0,2 μg de suelo [40].

El suelo de Jaguay Negro tiene un contenido de selenio de 1,2 mg/kg de suelo [43] (ver tabla N°1), lo cual puede ser considerado como una elevada concentración. En Jaguay Negro el suelo contiene más del doble de selenio que en Las Lomas y que en El Coto de Caza El Angolo. Ello se explica teniendo en cuenta que el selenio se encuentra en suelos de origen volcánico en unión con piritita. Este factor puede influir en la absorción de selenio y en la distribución de las plantas. En el Coto de Caza El Angolo se ha encontrado la presencia de *Ipomoea carnea* solo en la mitad de las parcelas en Jaguay Negro en el 100% de las parcelas.

En Jaguay Negro el origen del suelo es sólo volcánico, contiene por lo tanto también sulfato. En Las Lomas y en el Coto de Caza El Angolo, el suelo tiene también un origen marino y por lo tanto carbonato de calcio. Ésta podría ser una razón del diferenciado contenido de selenio en el suelo.

La diferencia de absorción del selenio del suelo puede ser la causa de que el contenido de selenio en la planta no esté correlacionado con el contenido de selenio en el suelo. En el suelo de Jaguay Negro el contenido de selenio es de 1,2 ppm, mientras que el contenido de selenio de las semillas llega a 0,5 mg/kg de materia seca. En el suelo de Las Lomas, el contenido de selenio fue de 0,5 mg/kg de suelo y el de las semillas de 4,5 ppm de materia seca.

El contenido de selenio del suelo tiene una relación directa con el contenido de azufre del suelo, tal es el caso de la piritita. Los sulfatos y los selenatos compiten por la misma capacidad de absorción por la raíz. Debido a que el selenio posee muchas semejanzas con las características químicas del azufre, puede ser el contenido de selenio en la planta en suelos sulfhídricos bajo.

El bajo contenido de selenio en las plantas de *Ipomoea carnea* obtenido como resultado de los análisis, no contradice el hecho de que la distribución de las plantas de *Ipomoea carnea* en el campo esta correlacionada con el contenido de selenio del suelo. La pregunta a qué se debe esta correlación queda aún por contestar.

Mientras que el valor del pH en Las Lomas/Jaguay Negro es de 6,5, éste es de 5,8 en el Coto de Caza El Angolo. La fuerza de absorción del selenio es mayor mientras menor es el valor del pH (Gissel-Nielsen et al 1984 cit. [41]). Podríamos suponer que en el Coto de Caza El Angolo, el selenio libre en el suelo a consecuencia de los sedimentos marinos presentes y de la presencia de calcita en la composición del suelo es menor y que la distribución de *Ipomoea carnea* es mayor en suelos con mayor cantidad de selenio disponible. Ésta podría ser la causa de que en el Coto de Caza El Angolo la distribución de *Ipomoea carnea* sea menor. Para confirmar esta suposición se recomienda medir el contenido de selenio en el suelo y en las plantas del Coto de Caza El Angolo.

VI. Conclusiones:

Entre el contenido de selenio en el suelo y en la planta se ha encontrado una relación inversa. A consecuencia de ello, no se puede afirmar que *Ipomoea carnea* no es una planta acumuladora de selenio. Su distribución en el campo se rige, sin embargo, según el contenido de selenio en el suelo. *Ipomoea carnea* es entonces una planta que si bien no acumula selenio, puede tolerar elevados contenidos de selenio en el suelo. La planta impide el ingreso de selenio recién después de haber dejado ingresar una cantidad suficiente de selenio para el adecuado funcionamiento fisiológico de la planta (Wu y Huang, 1992, cit. [37]). Debido a su tolerancia, *Ipomoea carnea* se distribuye en el campo donde el elevado contenido de selenio impide la distribución de otras plantas.

VII. Referencias

1. Strasburger, E., Sitte, P., et al. Lehrbuch der Botanik. Heidelberg. 35. Auf. Spektrum. 2002, pp. 244, 388-390.
2. Austin, D. F. Convolvulaceae (Morning glory Family). Taxon 1997, 45. pp. 3-38.
3. Verdcourt, B. Flora of tropical east africa. London. Crown agents for oversea governments and administration. 1963.
4. Lötschert, W. y Beese, G. Pflanzen der Tropen. München. BLV. Verlagsgesellschaft. 1981.
5. Sebsebe, D., Austin, D. F. Generic delimitation and relationships in the tribe Hildebrandtieae (Convolvulaceae). In: Maesen, L.J. G. van der, X. M. Van der Burgt and J. M. van Medenbach de Rooy (eds). The biodiversity of African Plants: Proceeding, XIVth AETFAT Congress, 22-27 August 1994. Wageningen. The Netherlands Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 1996. pp.409-420.
6. Daló, N. y Moussatché, H. Acción tóxica de las plantas del género *Ipomoea*. Tarea común. Caracas. Universidad Centro Occidental. 1978 (6). pp. 25-39.
7. De la Puente, F. Distribución geográfica de las especies *Ipomoea* excluidas de la sección *Batatas* colectadas en el Perú, desde 1985 a 1992. Memoria del X Congreso Nacional de Biología. Lima. Del 02-07 de agosto 1992, pp.284.
8. Lejoly, J. y Lisowski, S. Les genres *Merremia* et *Ipomoea* (Convolvulaceae) dans la Flore d'Afrique Centrale (Zaire, Rwanda, Burundi). Kraków. Fragmenta Floristica et Geobotanica, 1992, 37 (1). Pp. 21-125.
9. Heywood, V.H. (Ed.) Blütenpflanzen der Welt. Stuttgart. Birkhäuser. 1982.
10. Ferreyra, R. Algunos Aspectos Fitogeográficos del Perú. Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Revista del Instituto de Geografía. 1960, 6, pp. 41-88.
11. Weberbauer, A. El mundo vegetal de los Andes Peruanos. Lima. 2ª Auf. Ministerio de Agricultura. 1945. pp.776
12. ProNaturaleza. Información técnica de línea base para el ordenamiento territorial de la Reserva de la Biosfera del Noroeste. Piura. ProNaturaleza. 2000.
13. Neiva, A. y Penna, B. Memorias del Instituto Oswaldo Cruz, Rio 1916, 8, pp. 85-88.
14. Torkania, C., Döbereiner, J., Freitas da Silva, M. Plantas tóxicas da Amazonia a bovinos e outros herbívoro. Manaus. NCQ, INPA. 1979.
15. CDC (Centro de Datos para la Conservación) y UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina). Estado de conservación de la diversidad natural de la región Noroeste del Perú. Lima. 1992.
16. Adam, S. E., Tartuor, G., Obeid, H., Idris, O. F. Effects of *Ipomoea carnea* on the liver and on serum enzymes in young ruminants. J. Comp. Path., 83, 1973, pp. 531-542.
17. Tirkey, K., Yadava, K., Jha, G., Banerjee, N. Effect of feeding *Ipomoea carnea* leaves on goats. In: Indian Journal Animal Sciences, 1989, 57, 8, pp. 863-866.
18. De Balogh, K.K.I.M, Dimande, A.P., Van Der Lugt, J.J., Molyneux, R.J., Naude, T.W., Welman, W.G. A lysosomal storage disease induced by *Ipomoea carnea* in goats in Mozambique. J.Vet.Diagn.Invest. 1999, 11, pp. 266-273.
19. Arbonnier, M. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD-MNH. 2002, p. 573.
20. Freire Alemão. Notas colhidas na provincia do Ceará. Euzébio Martins Costa Revista Farmaceutica, 1984, 1, pp.155-160.
21. Armién, A. G. Vergleichende klinische und morphologische Untersuchungen zur spontanen und experimentellen Vergiftung durch *Ipomoea fistulosa* (Convolvulaceae) bei Ziegen. <http://Bibd.uni-giessen.de/gdoc/2000/uni>. 2000.
22. Pott, A.; Afonso, E. Gado de Corte plantas no pantanal tóxicas para bovinos. Batarana. Embrapa.www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/livros/plantastoxicas/
23. Oudhia, P. Ecofriendly Approaches For Pathenium Managenent: Possibilities of Comercial Explotation of Allelopathic and Medical Potential. International PARTHENIUM Rechearch – NEW's Group. 2002.
24. Meza, I. Control de *Ipomoea carnea* en pastizales del departamento de Tumbes. Tumbes. ProNaturaleza, INIA, PREMIA. 1994. pp.13-21.
25. www.forenshep.hpg.ig.com.br/toxico.html , 2003
26. Kutschere, K. Prinzipien der Pflanzenphysiologie. Berlin. 2ª Auf. Spektrum. 2002.
27. Held, H. Pflanzenbiochemie. Berlin. 3ª Auf. Spektrum. 1999. pp. 401-403.
28. Richter, H. Allegemeine Pflanzengeographie. Stuttgart. Teubner. 1997.
29. Schopfer-Brennicke. Pflanzenphysiologie. Berlin. 5ª Auf. Springer. 1999. pp.321.
30. Ackermann, T. Physikalische Biochemie, Springer. 1992
31. Taiz, L., Zeiger, E. Physiologie der Pflanzen. Berlin. Spektrum. 2000.
32. Klämbt, D., Kreiskott, H., Streit, B. Angewandte Biologie. Weinheim. VCH. 1991.
33. Dennis et al., 1990; Olden et al., 1991 citados por Keiner, 2001. Keiner, R. Calystegine in *Solanum tuberosum* L.-Klonierung, Expression und Charakterisierung der Tropinonreduktasen I und II, putativer Enzyme des Tropanalkaloidstoffwechsels. Dissertation. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
34. Alonso, J.R. (2003): Estudios etnofarmacológicos del género *Ipomoea*. www.plantasmedicinales.org/etno7.htm/
35. Fodevardatabanken. Batat sod kartoffel, ra. Darmarks Fodevarinformatik, af dering for enaering Fodevareforskning. FVDB. 2005, nr 0659.
36. www.cis.tugraz.at/orgc/hoegroup/naturst/skript/allelochemicals_low.htm (2003): Allelochemikalien.
37. Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 2ª Auf. Academic Press. London, 1995, pp. 430-433, 702-773.
38. Raven, P., Evert, R., Evert, H. Biologie der Pflanze. Berlin/New Jork. 2ª Auf. WBG. 1988.
39. Miltimore, J. E., Vanryswyk, A. L., Pringle, W. L., Chapman, F. M. y Kalmin, C. M. Selenium concentrations in Britisch Columbia forages, grains, and processed feeds. Can. J. Anim. Sci., 1975, 55, pp.101-111.
40. Elsokkary, I.H. Selenium Distribution, Chemical Fraction and Adsorption in some Egyptian Alluvial and Lacustrine Soils. In: Pflanzenernaehr. *Bodenkd.* 1980, 143, pp. 74-83
41. Mengel, K y Kirkby, E. Principles of Plant Nutrition. Dordrecht. 5ª Auf. Kluwer Academic Publishers. 2001, pp. 665-667.
42. Gasparotto, S. Selenium deficiency and toxicity. www.goatworld.com/articles/selenium.shtml. 2000
43. Banuelos, G.S. , G.E. Cardon, C.J. Phene, L. Wu, S. Akohoue, S. Zambruski. Soil boron and selenium removal by three plant species. In: Plant and Soil. 1993, 148 (2). S. 253-263.