

# EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA ARBÓREA POTENCIAL Y LA ARQUITECTURA VEGETAL PARA UNA MEJOR PRODUCCIÓN CAPRINA EN EL DEPARTAMENTO DE PIURA

Margarita Uhlenbrock Jansse<sup>1</sup>, Abelardo Rodríguez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Biología en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. <sup>2</sup>Coordinador Regional para Latinoamérica del Centro Internacional de Investigación Agrícola (ICARDA) en Zonas Áridas, Lima, Perú (1999-2002).

ICARDA, Cairo, Egipto

\*E. mail: AbelardoRodriguez@141.com

## INTRODUCCIÓN

Los bosques secos de la costa norte del Perú, llamados “secos” debido a la baja y estacional precipitación que presentan, han sido desde hace por lo menos trescientos años escenario de una alta producción de ganado caprino, tanto para aprovechamiento cárnico como lácteo y sus derivados. Dichos ecosistemas resultan ser adecuados para la ganadería caprina: la alta variabilidad climática dada por la aleatoriedad en la secuencia de años secos y años húmedos (de alta precipitación causada por el Fenómeno El Niño o ENSO - El Niño Southern Oscillation), no permite la formación de un estrato herbáceo perenne que asegure un desarrollo sostenible para la ganadería de ovinos o vacunos. El caprino – especialmente la “cabra criolla” que encontramos en Piura – se alimenta eficazmente y a lo largo de todo el año de los estratos arbustivo y arbóreo del bosque y se ha convertido por ello en el componente más importante de la economía familiar del poblador del “despoblado” piurano. La producción caprina es llevada a cabo principalmente mediante la trashumancia, que es un sistema rentable a corto plazo debido a los bajos costos de manejo y de producción (Dios, 1998). Sin embargo, esta actividad, llevada a cabo por el pequeño campesino de ingresos económicos muy bajos, no está respaldada por un adecuado manejo del recurso bosque (entre otros), lo cual genera que los ingresos percibidos por las familias sean largamente insuficientes e inestables. Por ello los pobladores recurren a una excesiva tala y venta de leña de algarrobo (*Prosopis* sp.), compitiendo así con su propio medio para lograr su subsistencia y generando la desertificación de la zona.

Para poder manejar y aprovechar mejor el recurso bosque – y en consecuencia aportar a una mejor producción caprina – es necesario conocer las formaciones vegetales que se encuentran en la zona: su composición, su fisonomía y su productividad. En el siguiente documento se presentan los resultados de la evaluación de la producción de fruto y hojarasca del algarrobo para el periodo marzo 2000 – febrero 2001, comparándose éstos con valores encontrados para

los años 1992/93 y 1998. Además se analiza la arquitectura vegetal de dichos árboles. Las tres zonas escogidas son diferentes: (1) el caserío de Belisario ubicado en el límite entre bosque y desierto, formando un llamado “ecotono” y donde hay una baja densidad de individuos (especialmente de algarrobo), (2) el caserío de Santa Cruz, donde hay mayor precipitación y, por ende, vegetación mayor y más diversa que en la primera zona y (3) el caserío de Bella Esperanza, que es un bosque de algarrobos beneficiado por el Proyecto de Irrigación de San Lorenzo. Información bibliográfica adicional acerca de la composición vegetal y densidad de árboles completa el escenario. La evaluación ha sido llevada a cabo en 30 individuos por cada zona de estudio.

Es importante señalar que, siendo conscientes que el algarrobo no es la única especie vegetal de los distintos bosques y tampoco la única consumida por el caprino, se considera que sí es la más importante debido a su dominancia con respecto a las demás y debido al alto valor nutritivo y la alta palatabilidad de sus frutos, los cuales, al final de cuentas, hacen posible la producción ganadera y se perfilan como base ideal para una mejora en ésta. En este sentido, Nolte (1980) presenta al algarrobo (*Prosopis juliflora*) como la especie vegetal principal que sirve para la alimentación caprina en el departamento de Piura. El zapote (*Capparis angulata*), el overo (*Cordia rotundifolia*) y el bichayo (*Capparis ovalifolia*) se encuentran en tercer, sétimo y octavo lugar respectivamente. Además de ser la principal fuente de alimento, esta especie genera microambientes que pueden proporcionar bienestar al animal por medio de la sombra, atenuación de calor mediante la evapotranspiración y control o desvío de vientos (Nolte, 1980).

## Los parámetros utilizados: su significado e importancia

### La Productividad Primaria Neta

En el Diccionario de Ecología (Dudenverlag, 1988), la productividad primaria se define como la biomasa formada fotosintética o quimiosintéticamente en el lapso de un año en base a materias inorgánicas.

En Lugo & Morris (1982), se diferencia entre fotosíntesis neta y fotosíntesis bruta. La primera consiste en la transformación de energía solar a energía por unidad de tiempo en el cloroplasto de la planta; la segunda viene a ser la fotosíntesis bruta menos la utilización de energía química por el proceso respiratorio de la misma planta. El proceso fotosintético expresado en unidad de área es denominado, según estos autores, la productividad primaria del sistema. “Algunos autores

distinguen entre productividad primaria en la plantas y productividad secundaria en los animales.” La productividad primaria neta, basada en la fotosíntesis neta, es utilizada para el crecimiento neto de la vegetación, para el sostenimiento de los herbívoros, para compensar la producción de materia orgánica muerta o para exportaciones a otros sistemas (Lugo & Morris, 1982). Entre un cuarto y un tercio de la producción primaria total, especialmente en plantas caducifolias, es forzado a otros niveles tróficos por medio de la producción de hojarasca. Sin embargo, en detritívoros, rumiantes y sistemas polutos por el hombre la eficiencia de la utilización de la producción primaria es baja (Margalef, 1995).

La producción primaria en las praderas áridas de la costa norte del Perú es ciertamente imprevisible debido a las condiciones climatológicas irregulares. Según Rodas (1997) “A un año lluvioso suele suceder otro año húmedo de poca intensidad: en estos dos años la producción forrajera está asegurada por la superproducción de herbáceas y el crecimiento vegetativo de arbóreas y arbustivas es suficiente, el tercer año puede iniciar un largo periodo de sequía, de 3 a 5 años. En ése periodo las herbáceas desaparecen y la mayoría de arbóreas y arbustivas pluvifolias y caducifolias se desfolian y entran en estado de latencia, hasta el próximo periodo lluvioso. Entonces, el forraje para el ganado, especialmente caprino, se obtiene de tres especies: dos arbustivas, el overo (*Cordia rotundifolia*) y el faique (*Acacia tortuosa*), y una arbórea, el algarrobo (*Prosopis pallida*)”.

Nolte (1991; citado por Rodas, 1997) presenta para Piura en el mes de marzo de 1985 una producción de algarrobo de 18,5 kg FV/ha y para julio de 1987 una producción de 1,2 kg FV/ha. “En *Prosopis tamarugo* se ha evaluado la producción de hojas, habiéndose encontrado rendimientos de 76,20 kg en árboles de 5 años de edad, 160,80 kg a los 20 y 300 kg a los 40 años, con una densidad de 55 árboles por hectárea” (Rodas, 1997). “En Casma se registraron individuos de algarrobos con producción de 1,86 kg, a los 3 años de edad rindieron 2 kg de frutos y plantas de 10 años tuvieron una producción de 50 kg, mientras otros del mismo lugar rinden 100 kg/árbol/año, estimándose como promedio bueno de 40 a 60 kg en áreas de 5 \* 5 árboles por parcela. En bosques de La Merced, Valle Río La Leche Lambayeque, se evaluó la producción de frutos en 4 parcelas, cuantificándose 5 árboles por parcela. Se pudo apreciar la variación del rendimiento de plantas de una formación natural, teniendo un promedio de 47,08 kg/árbol/año a los 10 años de edad, cuando tuvieron 40 años los rendimientos llegaron a 16 500 kg/ha/año.” (Díaz, 1995; citado en Rodas, 1997).

Rodas (1997) en una evaluación de productividad de hojarasca y fruto en los bosques de Tambogrande encontró para el intervalo de meses de

enero de 1992 hasta marzo de 1993 (presencia de Fenómeno El Niño), un rango en la producción de hojarasca (materia seca verde o MSV) de 1069 a 1225 gr MSV/m<sup>2</sup>/día (0,321 – 0,368 tn MSV/ha/mes), presentándose los valores máximos entre agosto y setiembre de 1992 y los mínimos entre enero y marzo de 1992. Para la producción de fruto en el mismo bosque se encontró un rango entre 0,544 – 3,278 kg MSV/m<sup>2</sup>/día (0,163 – 0,983 tn MSV/ha/mes), dándose los valores máximos en marzo de 1992 y los valores mínimos entre abril y diciembre de 1992. Un último estudio de Productividad Primaria Neta de *Prosopis* sp. fue realizado por Cárdenas (1998) entre febrero y junio de 1998 (año de Fenómeno El Niño extraordinario). En el Cuadro 1 se presentan los resultados promedio para un bosque tipo sabana ubicado en el desierto de Sechura y un bosque seco denso de Tambogrande (misma zona estudiada anteriormente por Rodas en 1992 y 1993). Datos estadísticos del Instituto Nacional de Informática y Estadística muestran que la producción de algarroba ha aumentado hacia los años 1980 y 1990 (INEI, 1995). Sin embargo, Cuba Salerno (1998) sostiene que de la oferta total de 2,3 tn/ha/año, únicamente se está aprovechando un 15%. Con esto afirma que los ecosistemas de bosque seco no son aprovechados totalmente.

### La Arquitectura Vegetal

Los parámetros cuantitativos importantes para poder realizar una estimación del potencial forrajero del bosque son:

- la cantidad de árboles en un área determinada, es decir, la densidad arbórea
- la altura máxima de los árboles
- el espesor de dosel, que está dado por la distancia entre la rama más baja y la altura máxima del árbol
- la altura a la base de la copa, que es la distancia entre el suelo y la rama más baja del árbol, y
- la cobertura, definida como la “porción de terreno ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos”. (Greig-Smith; en Gushiken, 1994)
- la composición florística, la cual nos da la significancia de las especies dentro de una comunidad (Braun-Blanquet, en Gushiken, 1994). El análisis de la composición florística debe estar acompañado del estudio de la fenología de cada especie, según la cual se determina en qué época del año el animal consume qué parte de la planta. Sin embargo, en su calidad de documento inicial, este aspecto aún no es incluido en el análisis.

De éstos, uno de los más importantes para fines de la producción caprina es la altura a la base de la copa. Un caprino adulto puede llegar a alimentarse de las hojas y frutos que se encuentran hasta una altura de 2 metros sobre el suelo. Por ello resulta necesario determinar a qué altura están disponibles la mayor cantidad de ramas para el animal, relacionando esto con el tamaño de la variedad de cabra que existe en la zona. La altura a la base de la copa, junto con los parámetros de altura máxima, espesor de dosel y cobertura, debe tomarse en cuenta también para poder realizar una poda que sea compatible con la producción del ganado caprino (Fonseca, N., comunicación personal, abril del 2001).

Para nuestro caso, tanto la densidad relativa de especies, parámetro que indica la densidad de una especie con respecto al número total de individuos, como la composición florística serán datos secundarios de revisión bibliográfica. Estos aspectos son también muy importantes a tener en cuenta en la producción caprina, ya que en base a ellos se determina gran parte del comportamiento de pastoreo de los animales: qué especie es la de mayor consumo, cuánto dura el ramoneo en cada especie, etc. Se enriquecerá además las apreciaciones en cuanto a la composición vegetal, presentando la composición de las formas de algarrobo según Ferreyra (1987), pudiendo ser estas determinantes para la arquitectura de la zona y para la producción.

Como parámetro adicional, presentaremos el área basal, que viene a ser el área de un corte transversal del tronco de un árbol a la altura del pecho. "Malleux (1975) considera que el área basal es uno de los principales parámetros en el inventario forestal, por ser de fácil evaluación, al ser calculado a partir del diámetro del tronco" (Gushiken, 1994).

Para el caso de las zonas en estudio, Gushiken (1994) encuentra que en el Caserío de Belisario el estrato arbóreo-arbustivo es el dominante: "*Prosopis* spp. de porte arbóreo de 4,25 m de altura promedio y 0,16 m<sup>2</sup> de área basal promedio, y *Capparis angulata* y *Capparis ovalifolia* de porte arbustivo de 2,44 m de altura promedio y 0,05 m<sup>2</sup> de área basal promedio".

Rodas (1997) encuentra que para un bosque de la zona del Caserío de Bella Esperanza, la altura de los árboles está entre los 2,8 y 11,6 m, el espesor de dosel entre los 4,5 y 8,7 m, la cobertura vegetal entre 48,8 y 88,8% y el área basal entre 2,9 m<sup>2</sup>/Ha y 6,5 m<sup>2</sup>/Ha.

## Caracterización de las zonas de estudio

El Caserío de Santa Cruz se encuentra en el sector Nómala de la comunidad campesina “José Ignacio Távara Pasapera”, distrito de Chulucanas, provincia de Morropón. Su fisiografía es ondulada, “compuesta por lomas de poca altura con gradientes no mayores de 20%, caracterizándose por su formación de llanuras de influencia eólica. El grupo edafogénico está representado por suelos profundos de textura moderadamente arenosa, de reacción alcalina, y son suelos de buena capacidad productiva agrónomicamente” (H.P.I., 1999). Las rocas son metamórficas y sedimentarias (ONERN en H.P.I., 1999). Según el Mapa Ecológico del Perú la zona de vida de la zona corresponde al Matorral Desértico Tropical (md – T), distribuyéndose en los sectores Huápalas y Nómala (H.P.I., 1999). La vegetación está descrita en el Cuadro 2. La biotemperatura media anual máxima es de 24,6°C y la media mínima de 22,4°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 222,7 mm y el promedio mínimo de 122,6 mm.

El asentamiento silvo-pecuario “El Algarrobo – El Papayo”, cuyas características vegetales se observan en el Cuadro 3, se encuentra en el Caserío Bella Esperanza, Irrigación y Colonización San Lorenzo, Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura (4°52'LS., 80°35'LO).

Belisario (véase también Cuadro 4) es un “área crítica ecológicamente por su condición limítrofe entre las comunidades de bosque y el desierto de Sechura, convirtiéndose la permanencia de su cobertura y composición vegetal en una necesidad prioritaria para contener el avance del desierto ...” (Velásquez, 1992). La zona de vida es de desierto con un clima hiperárido a árido. La topografía es suave con presencia de dunas. El suelo es arenoso, la vegetación es escasa y dispersa y la fauna es de poca riqueza. Sin embargo, Belisario sí presenta sectores con vegetación más densa, que son pequeños bosques de algarrobo y zapote. El herbazal es efímero y de verano, cuando hay buenas lluvias (Velásquez, 1992).

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

La productividad primaria neta potencial arbórea de fruto y hojarasca en *Prosopis* sp.

De ahora en adelante nos referiremos a la Productividad Primaria Neta como “potencial” debido a que se desconoce la fracción de ésta que no debe ser utilizada por el segundo eslabón de la cadena trófica, es decir, los productores secundarios, ya que debe regresar al suelo para asegurar la sostenibilidad del ciclo biogeoquímico. Esta fracción debe ser restada de los valores encontrados para contar con información más real en cuanto a la producción utilizable tanto para consumo humano y animal. Desconocemos, sin embargo, este valor para los bosques secos de Piura.

Para comprender el comportamiento de la productividad primaria neta potencial, específicamente de la producción de hojas, floración y fructificación, es necesario tener en cuenta la precipitación y la temperatura durante el año de estudio. La información meteorológica se obtuvo del SENAMHI – Piura. Los datos para Santa Cruz proceden de la Estación Meteorológica de Chulucanas, los de Bella Esperanza de la Estación Meteorológica El Partidor (4°38' S, 80°15' O, 210 msnm) y los de Belisario de la Estación Meteorológica de Chusís (5°31' S, 80°50' O, 14 msnm). Para nuestros tres casos, la temperatura se ha encontrado entre 20 y 25°C, siendo los meses más cálidos junio, julio y agosto. Esta temperatura se encuentra dentro del rango ideal de 20,5 – 29°C para asegurar una buena fructificación del algarrobo (Díaz, 1997).

La precipitación en Santa Cruz y Bella Esperanza inició en febrero, encontrándose los valores más altos en marzo (aprox. 100 mm/mes) para el primer caso y en abril (aprox. 140 mm/mes) para el segundo. En Belisario empezó a llover en marzo, siendo abril con 20 mm/mes, el mes de mayor precipitación mensual acumulada. Luego hay una disminución drástica en el mes de mayo, y agosto y septiembre son meses completamente secos. Los valores acumulados para enero a septiembre del 2000 (350,8 mm/9meses en Bella Esperanza, 267,4 mm/9meses en Santa Cruz, 9,91 mm/9meses en Belisario) nos indican que es muy probable que nos encontremos frente a un año anormal. Por un lado se encuentra Bella Esperanza, en donde el rango normal de 100 – 150 mm/año (Rodas, 1997) ya ha sido excedido, y por el otro se encuentra Belisario, en donde el rango normal de hasta 20 mm/año no ha sido sobrepasado aún.

El año anormal también se refleja en la producción de frutos. Si bien la segunda producción del año llamada coloquialmente “sanjuanera”, que

ocurre normalmente entre los meses de junio y agosto, es de menor magnitud que la primera, en nuestro año de evaluación no se ha encontrado producción significativa alguna. Sólo en la localidad de Santa Cruz hubo producción retrasada entre los meses de octubre y diciembre, la cual incluso ha sido mayor que en la época principal de fructificación. A la escasa producción del año 2000 se agrega la alta incidencia, en todo el departamento de Piura, de plagas de flor, fruto y hojas. Los meses y valores correspondientes a mayor y menor producción para cada zona se pueden observar en el Cuadro 5.

Se debe tener en cuenta que el periodo enero '92 – marzo '93 correspondió a un ENSO moderado con una precipitación acumulada anual para el caso de Bella Esperanza de 824 mm/año. Febrero – junio '98 correspondió a un ENSO fuerte con una precipitación acumulada para 6 meses para el caso de Bella Esperanza de 3196,7 mm/6meses y para el caso de Belisario de 1033,2 mm/6meses. Si comparamos la producción de frutos en los periodos evaluados anteriormente (enero '92 – marzo '93, febrero - junio '98 y enero '00 – marzo '01) en Bella Esperanza y en Belisario (Figuras 1. y 2), podemos observar que la productividad primaria neta potencial de frutos en Bella Esperanza (rango 1992/93: 0,163 – 0,986 tnMSV/Ha/mes, rango 1998: 0 – 0,405, rango 2000/01: 0 – 0,5619) siempre es mayor que en Belisario (rango 1998: 0 – 0,363, rango 2000/01: 0 – 0,6530). Esto es fácilmente comprensible por la diferente densidad de individuos que se tiene en ambas zonas. Por otro lado, si tomamos en cuenta la afirmación de Rodas (1997), que sostiene que hay una relación directa entre la producción de fruto y la precipitación y tratamos de aplicar esto en las tres etapas en las tres zonas, esta afirmación no resulta ser muy cierta. La relación no es muy clara, sobre todo si consideramos el ENSO '98 de muy alta precipitación y muy baja fructificación, y más parece ser que se requiere de una lluvia moderada durante el verano como en el ENSO '92/93 para tener una fructificación satisfactoria. Las muy altas precipitaciones también parecen no favorecer la llamada “sanjuanera” o producción de frutos alrededor de los meses de junio y julio.

Los coeficientes de variación para la producción de frutos para marzo 2000 – febrero 2001 oscilan entre el 165 y 547% en Santa Cruz, el 145 y 547% en Bella Esperanza y el 163 y 374% en Belisario. Tomando en cuenta esos mismos coeficientes para los años 1992/93 (C.V.= 100% – 282%) y 1998 (C.V.= 100% – 300% en Bella Esperanza, C.V.= 123% – 375% en Belisario), no es posible identificar un patrón temporal y/o espacial para estos.

Pasando ahora a analizar la productividad primaria neta potencial de hojarasca para el año marzo 2000 – febrero 2001, sí identificamos un comportamiento claro (Cuadro 6).

La producción de hojarasca en Santa Cruz es mayor que en Bella Esperanza y similar a Belisario.

El comportamiento en Belisario es bastante más marcado tanto en las épocas de menor producción como en las de mayor producción. En general la producción es alta entre marzo y abril, se mantiene algo más baja entre junio y noviembre, para luego volver a subir hacia diciembre y enero, observándose un leve aumento entre septiembre y octubre.

Si comparamos las tres etapas de evaluación, vemos que la producción de hojarasca siempre es mayor que la de fruto y en el primer año. Además se observa un alza en la producción aproximadamente cuatro a cinco meses después de parar las lluvias (septiembre – octubre) y uno a dos meses antes de que estas vuelvan a iniciarse (enero – febrero). Los altos valores en el '98 se deben probablemente al impacto de la lluvia sobre los folíolos, generando una defoliación prematura y acelerada (observación ya realizada por Cárdenas, 1998). Corroboramos entonces la relación indirecta entre precipitación y producción de hojarasca planteada por Rodas, 1997.

Los coeficientes de variación para la etapa marzo 2000 – febrero 2001 se encuentran en 35% y 74% para Santa Cruz, 31% y 85% para Bella Esperanza y 28% y 90% para Belisario. Estos rangos son similares a los encontrados en 1992/93 (C.V. = 29% – 85%) y en 1998 (C.V. = 28% – 84%).

## Arquitectura Vegetal

El siguiente paso en la evaluación de la vegetación para poder determinar la productividad de la zona en relación al consumo por parte del ganado caprino, es medir y analizar la fisonomía de los árboles, relacionando ésta con las densidades respectivas. Las anotaciones encontradas son las siguientes:

En general se observa que la zona de Santa Cruz y Bella Esperanza tienen los árboles más altos. El 50% se encuentra entre los 4,41 y 6,62 metros. En Belisario los árboles son más bajos, el 60% se encuentra entre los 3 y los 5,51 metros de altura (Figura. 3).

El espesor de dosel (Figura. 4) para Santa Cruz, Bella Esperanza y Belisario tiene el mismo comportamiento: el 20% de los árboles se encuentra entre los 2,57 y los 3,7 metros de espesor, mientras que el 40% - 50% se encuentra entre los 3,71 y los 5,98 metros de espesor. Si se compara estos resultados con los valores de densidades encontrados en la bibliografía, 11,13 ind/Ha para Belisario (Gushiken, 1994), 27 ind/ha para Santa Cruz (H.P.I., 1999) y más de 150 ind/ha para Bella Esperanza, y los valores de la Productividad Primaria Neta Potencial de Fruto para las tres

zonas evaluadas en el año marzo 2000 – febrero 2001, se puede inferir que el mayor potencial de producción forrajera se encuentra en Bella Esperanza; Santa Cruz ocupa el segundo lugar y Belisario el tercero.

En el siguiente paso se comparó la cobertura de la copa de los árboles en cada zona (Figura. 5) con la predominancia de formas de algarrobos (Figura. 6): Santa Cruz tiene una mayor tendencia a presentar árboles de forma armata y el mayor porcentaje de cobertura se encuentra en el primer estrato (21,73 a 52,92 m<sup>2</sup>). Bella Esperanza tiene mayor presencia de árboles con forma annularis y un 20% de sus árboles se encuentran en el tercer estrato de cobertura (84,13 a 115,33 m<sup>2</sup>); finalmente en Belisario aparece la forma decumbens encontrándose un significativo porcentaje de individuos en el cuarto estrato (115,33 – 146,52 m<sup>2</sup>). Si se considera que la forma decumbens es la más ideal para el animal debido a la mayor cantidad de sombra que da el árbol, se puede deducir que en este sentido Belisario representaría la mejor zona para el ganado, Bella Esperanza estaría en segundo lugar y Santa Cruz en tercer lugar.

De significativa importancia para el análisis de la arquitectura vegetal relacionado con la producción de ganado caprino, es la altura a la base de la copa en los árboles de las zonas evaluadas (Figura. 7). En Belisario, debido a la presencia de árboles de forma decumbens, se tiene un muy alto porcentaje (85%) de individuos entre los primeros dos estratos de altura a la base de la copa (0,00 a 0,45 m). En Santa Cruz la mayor cantidad de individuos se encuentra en el cuarto y quinto estrato (0,69 a 1,14 metros) y en Bella Esperanza la frecuencia se reparte hasta los 1,60 metros. Nuevamente, si se toma en cuenta el número de individuos por hectárea, Santa Cruz es la mejor área para la producción caprina extensiva.

En cuanto a la composición florística de las especies arbustivas, se encuentra que Santa Cruz presenta una importante cobertura de overo (*Cordia lutea*), mientras que en las otras zonas aparece el faique (*Acacia macracantha*) con significativa intensidad (en el caso de Belisario la densidad es menor). El estrato herbáceo, dos años después del ENSO '98, ha disminuido considerablemente en ocurrencia de especies (Claros, 2000), lo cual muestra su alta dependencia de abundante precipitación. Como dato adicional de posible utilidad para una futura evaluación del potencial forestal, se presenta las áreas basales de los árboles en cada zona (Figura. 8). Aquí se observa claramente que, a pesar de que el bosque de Santa Cruz tiene árboles altos debido a la mayor disponibilidad de agua, éstos son delgados, lo cual indica que son árboles relativamente jóvenes. Teniendo en cuenta además la cantidad de individuos por hectárea, Bella Esperanza presenta el mejor potencial forestal.

## CONCLUSIONES

La evaluación de la productividad primaria neta arbórea muestra claramente que no hay un patrón temporal determinado para la producción de frutos, por lo menos no para los años evaluados (1992/93, 1998, 2000/01). Hay indicios de una buena producción a moderada precipitación, pero esto aún se debe verificar. Sin embargo sí se puede observar un patrón en la producción de hojarasca, la cual aumenta en el tercer trimestre del año, disminuyendo un poco hacia diciembre y luego vuelve a aumentar ligeramente a inicios del primer trimestre del año siguiente. La producción durante el tercer trimestre es la mayor.

Tomando en cuenta los resultados del análisis de la arquitectura vegetal (observar también las características de la composición vegetal y la densidad relativa encontradas por otros estudios, Cuadros 2, 3 y 4) señalan que Bella Esperanza tiene la mayor diversidad de especies arbóreo-arbustivas. Sin embargo, si consideramos las observaciones realizadas por distintos estudios en cuanto a los hábitos de consumo del caprino (Nolte, 1991), el cual es altamente selectivo y se alimenta en gran cantidad de overo y de faique, Santa Cruz presenta las mejores condiciones para este tipo de ganado. Si agregamos las buenas condiciones de espesor de dosel (40% – 50% de los individuos en el estrato de 3,71 a 5,98 metros), la productividad primaria neta de fruto (0,0004 – 0,1903 tnMSV/Ha/año) y hojarasca (0,2071 – 0,8615 tnMSV/Ha/año) y la altura a la base de la copa de los árboles (0,69 – 1,14 metros), se concluye que Santa Cruz presenta, entre las tres zonas evaluadas, la mejor zona para la manutención en forma extensiva del ganado caprino.

## LIMITACIONES Y RECOMENDACIONES

Se han encontrado vacíos de información que son importantes de subsanar para poder entender el comportamiento del bosque en su totalidad en sus aspectos agroecológicos. A continuación son enlistadas algunas de estas limitaciones:

- La alta variabilidad del bosque (C.V. para la productividad de frutos entre 100% y 380%, C.V. para la productividad de hojarasca entre 28% y 86%) no permite realizar conclusiones valederas con relación a la productividad primaria neta para las tres épocas evaluadas. Es necesario observar las tendencias durante una mayor cantidad de años para poder determinar el comportamiento y el potencial productivo.

- Resulta también necesario realizar análisis bromatológicos de manera seguida y en distintas zonas del bosque para poder determinar no sólo la cantidad de la producción primaria, sino también la calidad de ésta con relación al valor nutritivo para el ganado.
- Se desconoce el valor correspondiente a la cantidad de la producción primaria que no se debe utilizar para que el ciclo biogeoquímico se mantenga y se pueda asegurar la sostenibilidad del bosque.
- Solo existe información muy general y de hace 20 años sobre la edafología y/o geología en los bosques secos de la costa norte (información anterior a los Eventos El Niño de 1983 y de 1998). Es importante tener información actualizada en este sentido debido a que estos eventos cambian significativamente estas condiciones. Estos datos se deben relacionar a ésta con el comportamiento de la vegetación en las distintas zonas del bosque.
- Falta de información acerca de la napa freática: no se conoce ni la profundidad, ni el volumen, ni el comportamiento de recarga. Esto puede ser importante para explicar la el crecimiento de los Algarrobos.
- Si bien el Algarrobo (*Prosopis* sp.), el Overo (*Cordia lutea*) y el Faique (*Acacia macracantha*) son las especies que tanto especialistas zootecnistas como biólogos y forestales identifican como las de mayor consumo por el ganado caprino, no hay estudios que tengan en cuenta la productividad y la arquitectura vegetal estas últimas dos especies arbustivas.
- Hay una casi nulidad en cuanto a estudios que relacionen a la planta con el animal: la respuesta de ésta al pastoreo, selectivo o no selectivo, tanto de caprinos, ovinos y bovinos, con base a la cual se determina la intensidad del pastoreo y los valores de capacidad o límites aceptables de carga. Tampoco se ha evaluado la vegetación – arbórea, arbustiva y herbácea – con los hábitos de consumo de caprinos, ovinos y bovinos. Esto conlleva a un uso inadecuado del suelo que, finalmente, conduce a una mayor aceleración del proceso de desertificación.

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Cárdenas, C. 1998. El impacto del Evento El Niño en la productividad primaria de los bosques secos de algarrobo de Sechura y Tambogrande. Piura. Diciembre 1997 – Junio 1998. Tesis para optar al Título de Bióloga – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú.
2. Claros, D. C. 2000. Composición Florística y Fenología de los Bosques Secos de la Costa Norte del Perú, Caso Piura: (Sechura Tambogrande) en la Etapa del Post-Niño 97 – 98 (febrero – octubre 2000). Tesis para optar al Título Profesional de Bióloga. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa – Perú. 101 p.
3. Cuba Salerno, A. 1998. Desarrollo rural sostenible en los bosques secos de la Costa Norte del Perú: El Proyecto Algarrobo, 19 p. En: Bosques Secos y Desertificación – Memorias del Seminario Internacional, Ministerio de Agricultura, Proyecto Algarrobo – INRENA, Embajada Real de los Países Bajos, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola FIDA – Roma. Perú. 419 p.
4. Díaz Celis, A. 1997. Guía para el Cultivo y Aprovechamiento de los “Algarrobos” o “Trupillos” *Prosopis juliflora* (Schwartz) DC. y *Prosopis pallida* (H.B.K. ex Willd.) H.B.K. Convenio Andrés Bello, Colombia.
5. Dios Alemán, E. 1998. Análisis de la sostenibilidad de las prácticas de crianza tradicional de ganado en la Reserva de Biósfera del Noroeste, 5 pp. En: Bosques Secos y Desertificación – Memorias del Seminario Internacional, Ministerio de Agricultura, Proyecto Algarrobo – INRENA, Embajada Real de los Países Bajos, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola FIDA – Roma. Perú. 419 p.
6. Dudenverlag. 1988. Schülerduden Die Oekologie. Mannheim - Deutschland.
7. Ferreyra, R. 1987. Estudio Sistemático de los Algarrobos de la Costa Norte del Perú. Dirección de Investigación Forestal y de Fauna, Instituto Nacional Forestal y de Fauna, Ministerio de Agricultura. Perú. 29 p.
8. Gushiken, S. 1994. Estructura y análisis de la estructura de los algarrobales de Sechura y Tambogrande. Tesis para optar al Título de Bióloga – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 80 p.
9. H.P.I. (Heifer Project International – Perú.) 1999. Inventario Forestal y Evaluación de la Regeneración Natural e Inducida en el COPEGA 48 de la Comunidad Campesina “José Ignacio Tavara Pasapera” – Chulucanas. Octubre. Perú. 32 p.
10. INEI (Instituto Nacional de Informática y Estadística). 1995. Compendio Estadístico 1994 – 95. Tomo II. Julio. Perú.

11. INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales), Dirección General de Estudios y Proyectos de Recursos Naturales, Convenio Proyecto Algarrobo – INRENA. 1998. Mapa de los Bosques Secos del Departamento de Piura – Memoria Descriptiva. Lima - Perú.
12. Lugo, A. E. & G. L. Morris. 1982. Los sistemas ecológicos y la humanidad. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología – Monografía N° 23, Washington D.C.
13. Margalef, R. 1995. Ecología. Octava reimpresión. Ediciones Omega S.A. Barcelona – España. 951p.
14. Nolte, E. 1980. Relación Cabra – Monte. Departamento de Producción Animal, Programa Académico de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
15. Nolte, E. 1991. Investigación sobre forrajeras xerofíticas y capricultura (1984 – 1989). Proyecto “Sistemas de producción caprina”, Centro Internacional de Investigaciones Para el Desarrollo (CIID) – Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA). Perú.
16. Perevolotski, A. 1991. Sistemas de Producción Caprina en Piura. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, Piura, Perú. Traducción: Maruja Martínez, Correcciones: Enrique Nolte. 193 p.
17. Rodas, J. 1997. Productividad Primaria Neta y sus principales factores ecológicos en los bosques secos de algarrobo (*Prosopis* sp.) de la costa norte del Perú: Tambogrande – Piura – Región Grau (Enero 92 – Marzo 93). Tesis para optar al Título de Biólogo – Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima – Perú. 109 p.
18. Velásquez, D. A. 1992. Aves de Importancia Económica de los Algarrobales de Piura, Región Grau, Perú. Casos: Sechura (Caserío de Belisario) y Tambogrande (Cooperativa Agraria Malingas Alto). Tesis para obtener el Título de Bióloga. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Cuadro 1. Productividad Primaria Neta en Sechura y Tambogrande

Mes	Promedio Productividad Primaria Neta (gr MSV/m <sup>2</sup> /día) (*)			
	Bosque seco tipo sabana (Desierto de Sechura)		Bosque seco denso (Distrito de Tambogrande)	
	Hojarasca	Fruto	Hojarasca	Fruto
Febrero '98	0,97	1,21	2,79	1,35
Marzo '98	0,79	0,21	2,01	0
Abril '98	1,01	0,04	1,86	0
Mayo '98	0,64	0	1,09	0,01
Junio '98	0,56	0	1,41	0

De: Cárdenas, 1998

(\*) Para obtener el valor en tnMSV/Ha/mes se multiplica los valores en grMSV/m<sup>2</sup>/día por el factor 0.3.

Cuadro 2. Datos sobre el Caserío de Santa Cruz

\*El nombre científico de las especies se anota sólo una vez conforme van apareciendo éstas en el listado,

Ubicación política y geográfica	Tipo de Bosque	Composición Florística*	Densidades Relativas
Sector Nómala de la Comunidad Campesina 'José Ignacio Távora Pasapera', Provincia de Piura 05°10'20" S 80°12'55" O (168 msnm.)	<p><u>Según Perevolotski, 1989:</u> Ecozona B <u>Según Mapa de Bosques Secos, INRENA, 1997:</u> Bosque seco ralo de llanura eólica (Bsr lle) <u>Según H.P.L., 1999:</u> Bosque seco ralo de llanura eólica (Bsr lle) y Bosque seco muy ralo de llanura eólica (Bsmr lle)</p>	<p><u>Según Perevolotski, 1989:</u> Algarrobo (<i>Prosopis</i> sp.), zapote (<i>Capparis scabrida</i>), overal (<i>Cordia rotundifolia</i>), faique (<i>Acacia</i> sp.)</p> <p><u>Tomado del Mapa de Bosques Secos, INRENA, 1997:</u> (para vegetación arbustiva) overo 20.82%, bichayo 3.15%, charamusco (<i>Celtis triflora</i>) 72.16%, anhalque (<i>Coccoloba ruiziana</i>), satuyo (<i>Capparis cordata</i>) 3.51%,</p> <p><u>Según H.P.L., 1999:</u> Bsr lle: algarrobo, zapote, aroma (<i>Acacia huarango</i>), overo (<i>Cordia lutea</i>), 14,67% de cobertura para overo, 0,29% de cobertura para aroma y 0,08% de cobertura para algarrobo (total: 15,04% de cobertura); para herbáceas: 22% de cobertura (17 especies) Bsmr lle: algarrobo, zapote 23,08% de cobertura para overo (total: 23,08% de cobertura); para herbáceas: 27% de cobertura (7 especies)</p>	<p><u>Según H.P.L., 1999:</u> Bsr lle: 27 árb/Ha de algarrobo que representan el 85% del total, 5 árb/ha de zapote que representan el 14% del total; otros: 1% Bsmr lle: 10 árb/Ha de algarrobo representando el 90% del total, 1 árb/Ha de zapote representando el 1% del total <u>Según Casaretto, 2001:</u> Zapote: 6.25% Algarrobo: 93.75%</p>

luego se trabaja únicamente con el nombre común

Cuadro 3. Datos sobre los alrededores de la Estación Experimental “El Algarrobo – El Papayo”

Ubicación política y geográfica	Tipo de Bosque	Composición Florística	Densidad de <u>Prosopis sp.</u>
Colonización San Lorenzo, Distrito de Tambogrande, Provincia de Piura 04°50'14" S 80°31'13" O (174 msnm.)	<p><u>Según Perevolotski, 1989:</u>                      Ecozona B</p> <p><u>Según Mapa de Bosques Secos, INRENA, 1997:</u> Bosque seco muy ralo de lomadas y colinas (Bsmr lc) + Zona irrigada</p>	<p><u>Según Perevolotski, 1989:</u>                      (igual que en Tabla 2)</p> <p><u>Tomado del Mapa de Bosques Secos, INRENA, 1997:</u>                      Overo 99.65%, borrachera (<i>Ipomea carnea</i>) 0.35%,</p> <p><u>Según Claros, 2000:</u>                      En especies arbóreas y arbustivas: cuncun (<i>Vallesia glabra</i>), charamusco (Asteraceae), overo, laurel (<i>Cordia alliodora</i>), satuyo (<i>Capparis cordata</i>), bichayo, faique, aramo, papelillo (<i>Bougainvillea spectabilis</i>), mosqueta (<i>Lantana svensonii</i>), palo verde (<i>Cercidium praecox</i>), zapote, algarrobo; herbáceas: 13 especies</p>	<p><u>Según Proyecto Algarrobo:</u>                      + de 150 ind/Ha</p> <p><u>Según Casaretto, 2001:</u>                      Zapote 8,75%                      Palo verde 3,7 %                      Algarrobo 87,5%</p>

Cuadro 4. Datos sobre Belisario (Zona: Loma Pelada)

Ubicación política y geográfica	Tipo de Bosque	Composición Florística	Densidad de <i>Prosopis</i> sp.
Comunidad Campesina 'San Martín de Sechura', Provincia de Sechura 05°50'55" S 80°26'51" O (21 msnm)	<u>Según el Proyecto Algarrobo:</u> Bosque seco tipo sabana	<u>Según Perevolotski, 1989:</u> Zapote ( <i>Capparis scabrida</i> ), Bichayo ( <i>Capparis ovalifolia</i> ), Algarrobo ( <i>Prosopis</i> sp.)	<u>Según el Proyecto Algarrobo:</u> 21.3 ind/Ha
	<u>Según Mapa de Bosques Secos,</u> <u>INRENA, 1997:</u> Bosque seco muy ralo de llanura eólica (Bsmr – lle)	<u>Según Gushiken, 1994:</u> Algarrobo (IVI = 88.89%), nuchi ( <i>Parkinsonia aculeata</i> ), zapote ( <i>Capparis angulata</i> ), bichayo, faique ( <i>Acacia</i> <i>macracantha</i> )	<u>Según Gushiken, 1994:</u> (en total) 11.13 ind/ha (6.49% Cob.)
	<u>Según Perevolotski, 1989:</u> Ecozona A	<u>Según Claros, 2000:</u> Bichayo, faique, huarango, palo verde, zapote, algarrobo; herbáceas: 12 especies	<u>Según Casaretto, 2001:</u> Satuyo 1% Aromo 3% Algarrobo 76%
	<u>Según Gushiken, 1994:</u> Bosque tipo sabaniforme chaparral		
	<u>Según Cárdenas, 1999:</u> Bosque semi denso		

**Cuadro 5.** Producción de frutos en las zonas evaluadas para el periodo marzo 2000 – febrero 2001

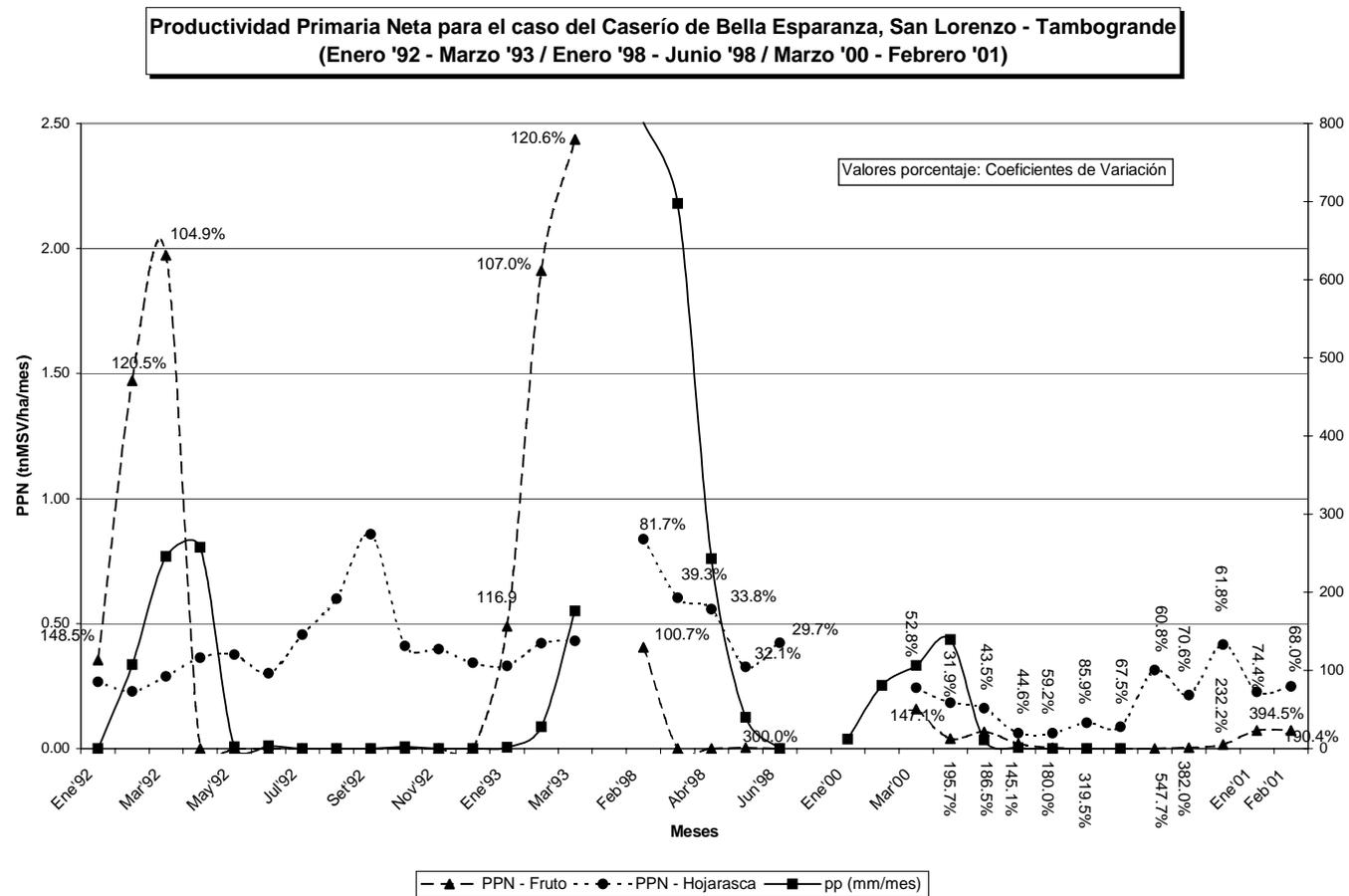
Zona evaluada	Producción (tnMSV/Ha/mes)	Meses de mayor producción (tnMSV/Ha/mes)	Meses de menor producción (tnMSV/Ha/mes)
Santa Cruz	0,0004 – 0,1903	Octubre 2000 (0,0166) <b>Noviembre 2000</b> (0,1903) Diciembre 2000 (0,0266)	Mayo 2000 (0,0004) Junio 2000 (0,0005) <b>Agosto 2000</b> (0,0004)
Bella Esperanza	0,0000 – 0,5619	<b>Marzo 2000</b> (2,7555) Mayo 2000 (1,3933)	Agosto 2000 (0,0017) <b>Setiembre 2000 (0)</b> Octubre 2000 (0,0006)
Belisario	0,0000 – 0,6530	Abril 2000 (0,0755) <b>Agosto 2000</b> (0,6530)	Octubre 2000(0) <b>Noviembre 2000</b> (0,0007)

Nota: El mes en negritas corresponde al mes con mayor o menor producción respectivamente.

**Cuadro 6.** Producción de hojarasca en las zonas evaluadas para el periodo marzo 2000 – febrero 2001

Zona evaluada	Producción (tnMSV/Ha/mes)	Meses de mayor producción (tnMSV/Ha/mes)	Meses de menor producción (tnMSV/Ha/mes)
Santa Cruz	0,2060 – 1,4495	Marzo 2000 (1,4495) Abril 2000 (0,7410) Febrero 2001 (0,8790)	Julio 2000 (0,3187) Octubre 2000 (0,3835) Noviembre 2000 (0,2060)
Bella Esperanza	0,2071 – 0,8615	Marzo 2000 (0,8615) Abril 2000 (0,6107) Diciembre 2000 (0,4160)	Junio 2000 (0,2084) Julio 2000 (0,2071)
Belisario	0,1221 – 1,4880	Abril 2000 (0,8378) Diciembre 2000 (0,8032) Enero 2001 (1,4880)	Junio 2000 (0,1221) Julio 2000 (0,1662)

Nota: El mes en negritas corresponde al mes con mayor o menor producción, respectivamente.



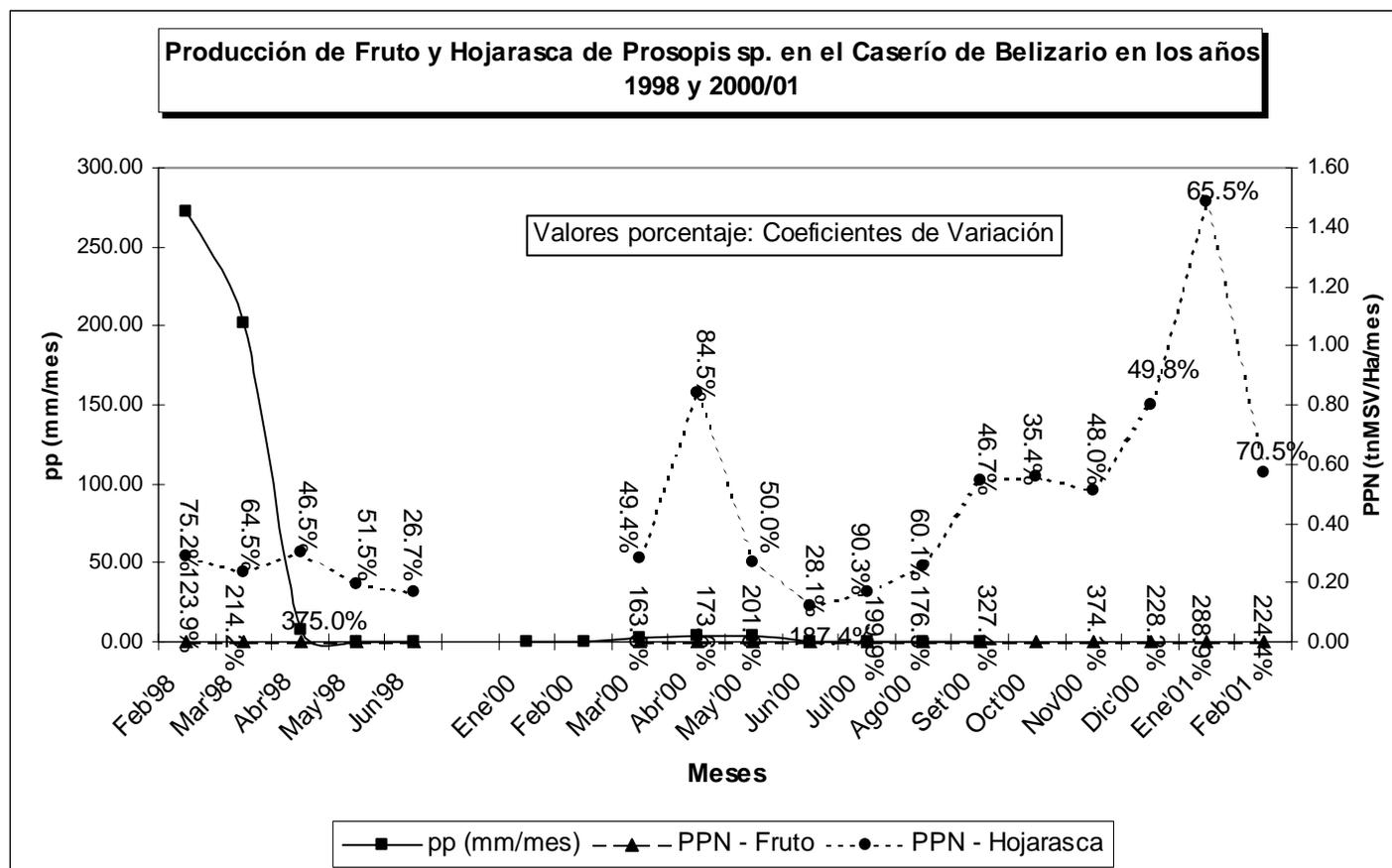


Figura. 2 Producción de fruto y hojarasca de *Prosopis* sp. en el caserío de Belisario en los años 1998, 2000 y 2001

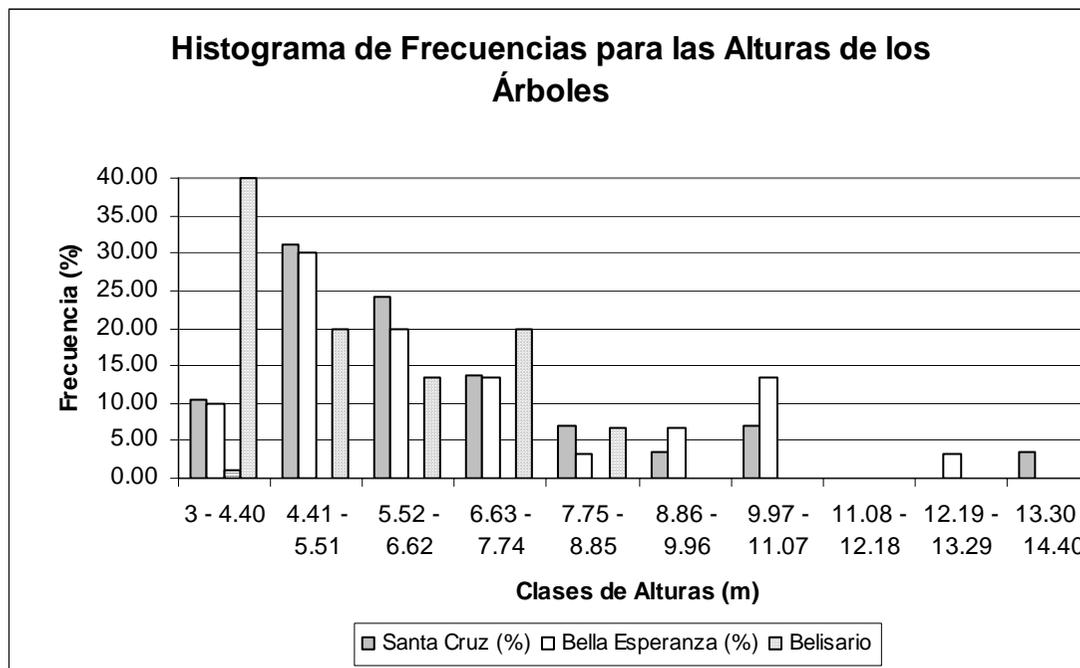


Figura. 3 Histograma de frecuencias para las alturas de los árboles

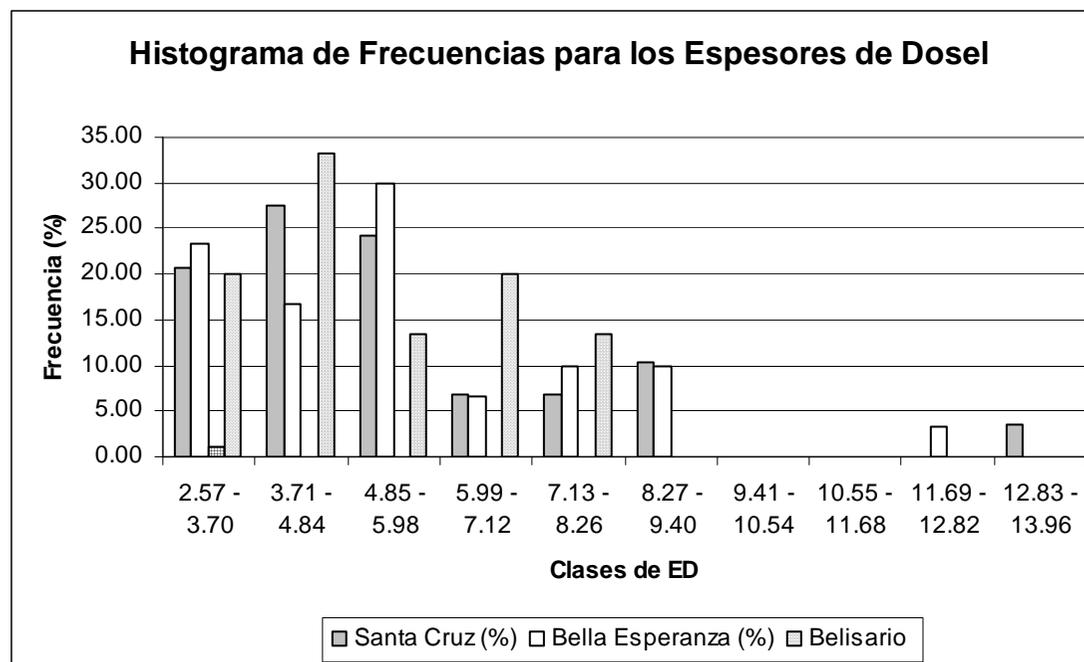


Figura. 4 Histograma de frecuencias para los espesores de dosel

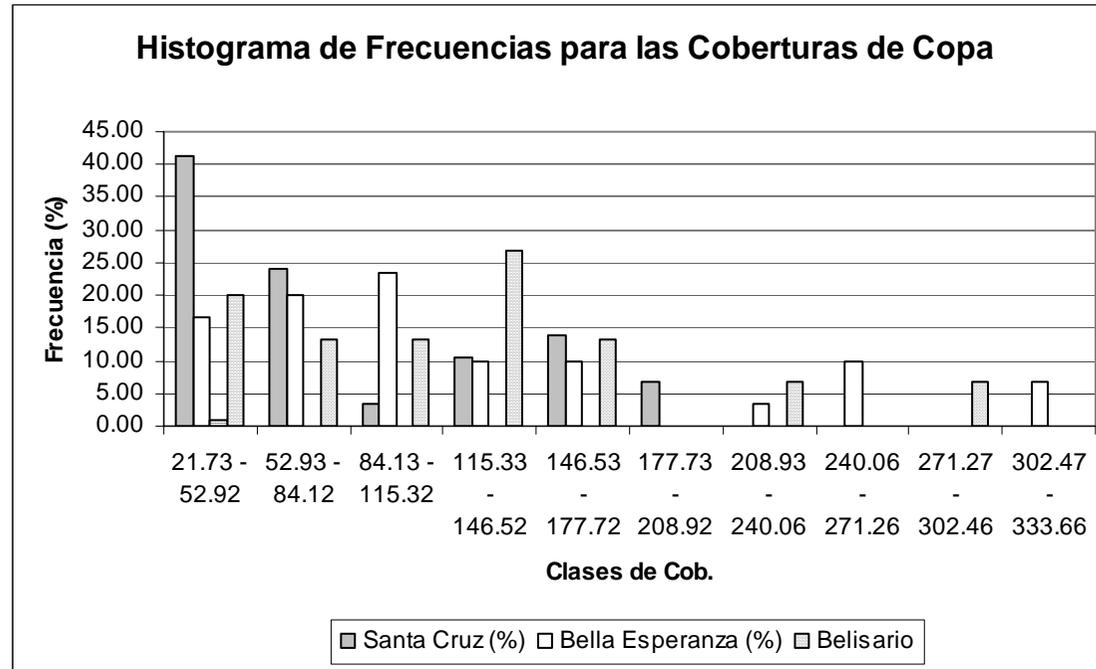


Figura. 5 Histograma de frecuencias para las coberturas de copa

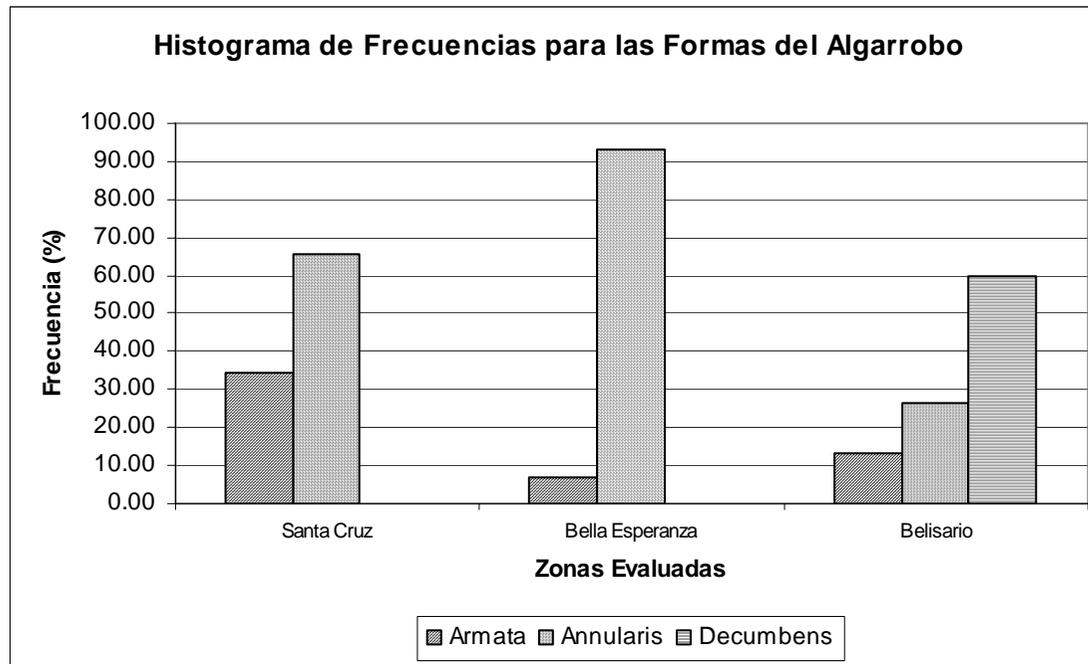


Figura. 6 Histograma de frecuencias para las formas de algarrobo

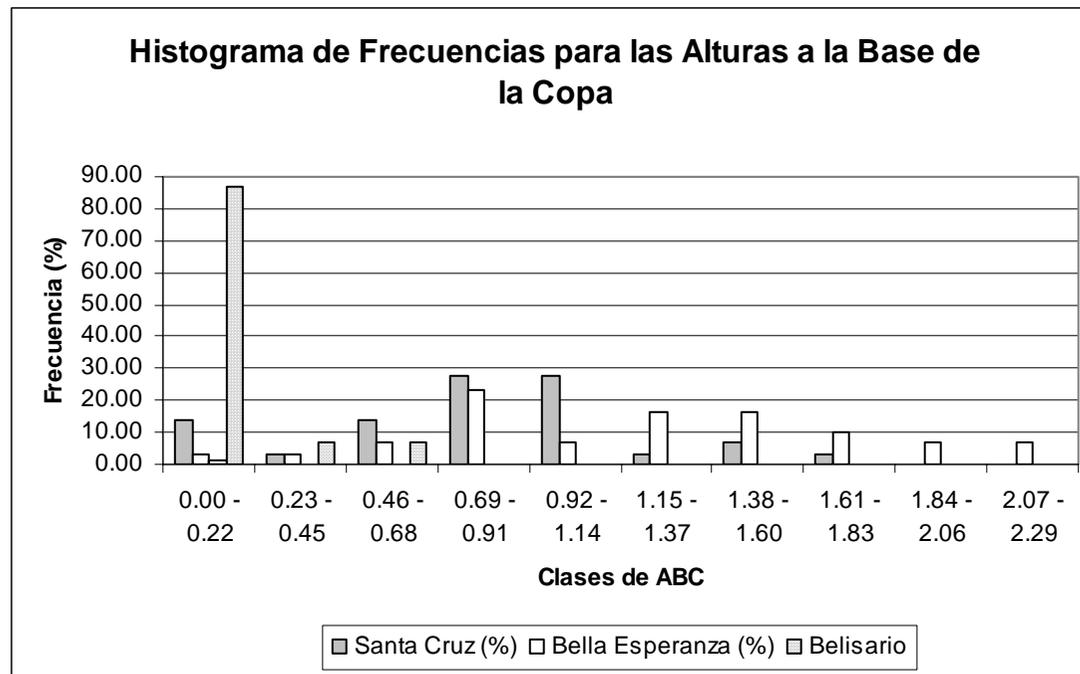


Figura. 7 Histograma de frecuencias para las alturas a la base de la copa

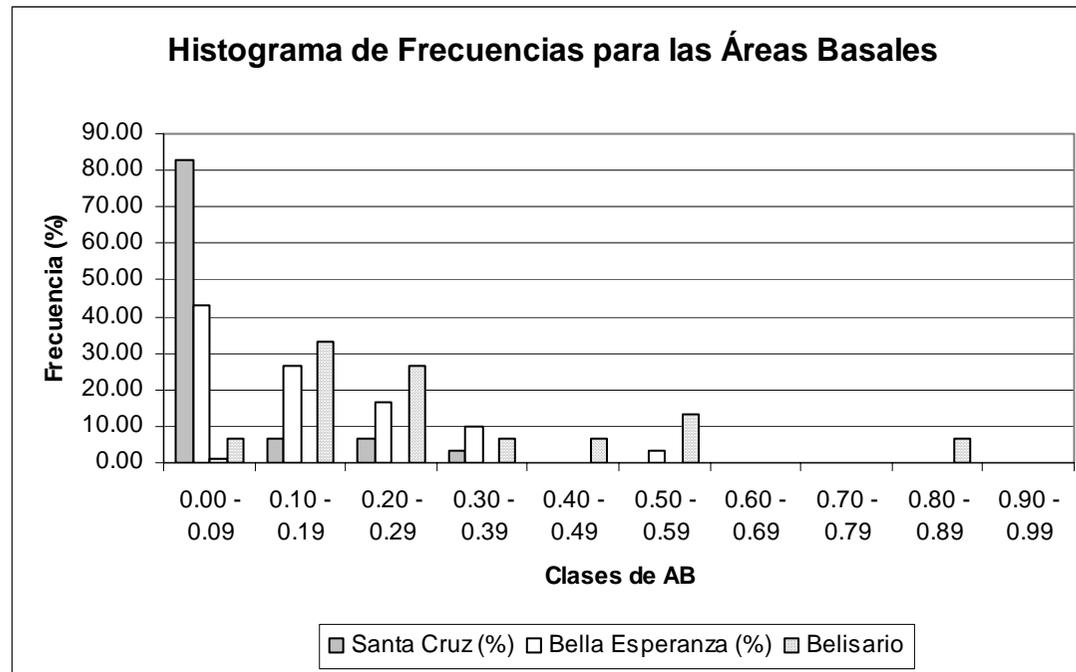


Figura. 8 Histograma de frecuencias para las áreas basales