

**ESTUDIO FORESTAL DEL "JAUL" (Alnus jorullensis HBK.)
EN COSTA RICA**

Por

✓
Hugo Alvarez Valle

**Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas
Turrialba, Costa Rica
Septiembre de 1956**

•

ESTUDIO FORESTAL DEL "JAUL" (Alnus jorullensis HBK.)
EN COSTA RICA

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al grado


de

Magister Agriculturae


en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

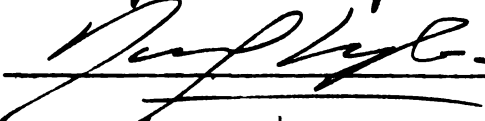
APROBADO:



Consejero



Comité



Comité

Septiembre de 1956

A MI MADRE

AGRADECIMIENTOS

Especial reconocimiento expresa el autor al Ing. Carlos Madrid, Director de la Zona Andina del Proyecto 39 de la Organización de Estados Americanos, por haber hecho posible sus estudios posgraduados en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Manifiesta su agradecimiento al Dr. L. R. Holdridge, por sus acertadas observaciones acerca de este trabajo.

Al Ing. Forestal E. J. Schreuder, consejero de tesis, y al Dr. Pierre G. Sylvain, miembro de su Comité de Estudios, por la colaboración recibida.

Al Ing. Alvaro López G., Químico del Ministerio de Agricultura e Industrias, por su cooperación al realizar los análisis químicos de taninos.

Agradece la cooperación del Ing. Agr. Manuel María San Román, director del Departamento Forestal del Ministerio de Agricultura, así como la de los Ings. Agrs. Mario López L., Carlos Lizano y demás personal de dicho organismo técnico.

Asimismo expresa su agradecimiento a la Srta. Angelina Martínez, por la verificación de la bibliografía citada en este trabajo.

A la Srta. María Felicia Carro agradece por el trabajo de mecanografía.

A los finqueros y agricultores consultados expresa su gratitud por las informaciones proporcionadas.

BIOGRAFIA

Hugo Alvarez Valle, nació en la ciudad de La Paz, Bolivia, el 12 de septiembre de 1925. Allí realizó sus estudios primarios y secundarios en el Colegio Jesuita "San Calixto", graduándose de Bachiller en Humanidades en 1944.

En la Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Agronomía, Rep. Argentina, realizó sus estudios universitarios, obteniendo el diploma de Ingeniero Agrónomo en 1951.

Trabajó en la Dirección General de Agricultura, Ministerio de Agricultura de Bolivia, hasta enero de 1954 como Jefe del Departamento de Planificación y Estudios Económicos.

Desde la creación del Servicio Forestal y de Caza de Bolivia en enero de 1954, hasta junio de 1955, trabajó en este organismo oficial como Jefe de la Oficina de Economía Forestal.

Permaneció en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de junio de 1955 a septiembre de 1956, realizando estudios posgraduados en calidad de asistente graduado, favorecido por una beca de la Zona Andina.

En septiembre de 1953 tomó parte en el I Curso Internacional de Dasonomía Tropical realizado en Lima, Perú. Durante septiembre de 1955, en San José, Costa Rica, asistió al V Curso Internacional de Dasonomía Tropical; ambos organizados por la Zona Andina y Zona Norte, respectivamente, del Proyecto 39, Programa de Cooperación Técnica de la OEA.

CONTENIDO

Agradecimientos	1
Biografía	11
Tabla de Contenido	111
INTRODUCCION.	1
REVISION DE LITERATURA.	4
MATERIALES Y METODOS.	17
RESULTADOS.	34
Descripción botánica.	34
Distribución.	36
Ecología.	37
Silvicultura.	41
Fijación de nitrógeno.	44
Utilización.	46
Análisis de taninos.	47
Volumen de corteza.	51
Tabla Local de Volúmenes.	53
Incremento diamétrico anual promedio por cada clase diamétrica.	54
DISCUSION.	56
Botánica.	56
Ecología.	58
Silvicultura	61
Reproducción natural	62
Reproducción artificial	62
Crecimiento y distanciamiento	63
Poda.	65
Fijación de nitrógeno	66
Uso de la tierra	68
Utilización	71
Volumen de corteza	72
Análisis de taninos	72
Tabla Local de Volúmenes	73
Relación edad-DAP.	74
Incremento volumétrico corriente	74
Incremento volumétrico anual promedio..	75
Aspecto económico	75
RESUMEN Y CONCLUSIONES	77
SUMMARY AND CONCLUSIONS	80

LITERATURA CITADA.	83
----------------------------	----

APENDICE

Gráficos
Fotografías

INDICE DE LOS CUADROS

Cuadro 1. Descripción de los 4 lotes estudiados.	18
Cuadro 2. Características de las muestras de nódulos radiculares, hojas y raíces.	19
Cuadro 3. Relaciones de alturas totales y DAP.	22
Cuadro 4. Diámetro, altura y volumen de 25 árboles cortados. .	23
Cuadro 5. Características de las muestras de corteza para análisis de taninos.	27
Cuadro 6. Resultados de los análisis de taninos en corteza. . .	27
Cuadro 7. DAP. promedios registrados anualmente en los 4 lotes.	29
Cuadro 8. Incrementos diamétricos anuales en los 4 lotes. . . .	29
Cuadro 9. Cálculo del incremento volumétrico anual.	31
Cuadro 10. Incrementos anuales de diámetro en cada clase diamétrica.	33
Cuadro 11. Temperaturas máximas absolutas. Estación Las Nubes .	38
Cuadro 12. Temperaturas mínimas promedios. Estación Las Nubes .	38
Cuadro 13. No. de días con lluvia por año. Estación Las Nubes .	39
Cuadro 14. Precipitación pluvial anual. Estación Las Nubes. . .	39
Cuadro 15. Análisis de nitrógeno total	45
Cuadro 16. Volumen de madera desperdiciado en cada troza con la práctica del "tuqueo".	48
Cuadro 17. Especies y cantidad de madera aserrada en Costa Rica Año 1951.	49
Cuadro 18. Especies y cantidad de madera aserrada en Costa Rica Año 1953.	50

Cuadro 19. Diámetro y espesor de corteza de 50 trozas.	52
Cuadro 20. Tabla Local de Volúmenes.	53
Cuadro 21. Incremento diamétrico anual promedio por cada clase diamétrica.	54
Cuadro 22. Algunas determinaciones dendrométricas en 25 árboles.	55

INTRODUCCION

Mucho se ha escrito acerca de la riqueza cuali-cuantitativa del trópico americano en recursos forestales. No obstante, la mayoría de sus especies forestales permanece aún en el terreno de las interrogaciones desde el punto de vista dasonómico.

El notable crecimiento demográfico de este continente, así como el progreso de la tecnología que de continuo halla nuevas aplicaciones a especies consideradas anteriormente sin valor industrial, hacen necesario emprender estudios sobre tales especies.

En igual forma, la creciente demanda de maderas blandas que aumenta al ritmo de la industrialización de estos países, acentúa la importancia de dichos estudios, en especial cuando se refieren a especies de rápido crecimiento, que impliquen rotaciones breves y proporcionen utilidades a corto plazo.

Estas consideraciones pueden aplicarse a Alnus jorullensis HBK., conocido en Costa Rica con el nombre de "jaúl", árbol forestal que es objeto de la presente tesis.

En Costa Rica, un aspecto muy importante de la especie tratada, es su cultivo realizado en combinación con gramíneas forrajeras. Esta asociación es de una trascendencia económica local notable, pues las rentas adicionales que proporciona por concepto de productos forestales, reportan utilidades considerables al industrial lechero.

Debemos añadir que la región donde se cultiva el "jaúl", está atravesada por una red de carreteras que la hacen accesible económicamente; además, los mercados, se encuentran muy cercanos a los centros de producción y son capaces de consumir aún mayor volumen que el

actual.

Se ha venido observando, que las pasturas desarrollan mejor bajo la sombra de "jaúl" y esta influencia favorable debe atribuirse, además del sombreaje adecuado, al enriquecimiento del suelo en nitrógeno debido a organismos simbióticos que desarrollan en sus nódulos radicales.

Al analizar esta inteligente combinación forestal-ganadera, surge la interrogación de si puede llegarse a una etapa en que la citada asociación desaparezca, debido a que la explotación del "jaúl" resulte económicamente más lucrativa como actividad independiente del aspecto ganadero.

Se comprende por todas las consideraciones expuestas que esta especie constituye en Costa Rica un valioso instrumento de Política Forestal para el progreso de la Dasonomía Tropical, ya que es capaz de demostrar palmariamente la utilidad económica, protectora y estética del bosque.

Por analogía, existiendo ambientes ecológicamente similares en varios países americanos, podrían derivarse interesantes perspectivas de esta experiencia de Costa Rica.

Las razones que han determinado la realización de este trabajo, son las siguientes:

- a) Su rápido crecimiento, facilidad de reproducción espontánea y buena forma.
- b) Porque su cultivo y explotación combinada con gramíneas forrajeras en la zona lechera de Costa Rica, representa ingresos suplementarios importantes a dicha industria ganadera.

- c). Debido a la facultad que se le atribuye de fijar nitrógeno atmosférico en sus nódulos radiculares.
- d) Por su amplia dispersión en América Latina, que se extiende desde México hasta la Rep. Argentina.

Los objetivos principales, fueron:

- a) Construcción de Tablas Locales de Volumen y otras mediciones de interés dendrométrico y dasométrico.
- b) Estudio de la fijación de nitrógeno atmosférico por los nódulos radiculares.
- c) Análisis químico cuantitativo de taninos.
- d) Observaciones sobre características botánicas, silviculturales, ecológicas y de utilización de esta especie.

El trabajo se ha basado en mediciones y observaciones realizadas en el Cantón de San Isidro de Coronado, Provincia de San José, y zonas adyacentes, desde diciembre de 1955 a mayo de 1956.

Los 4 lotes estudiados se encuentran en la falda sud-occidental del volcán Irazú entre elevaciones de 1.550 a 1.680 m. (5.080 a 5510 pies). Están localizados a orillas de la carretera San José-San Isidro de Coronado-Las Nubes, aproximadamente a 15 km. al N-E de San José y entre los 4 y 6 km. del tramo carretero San Isidro de Coronado-Las Nubes, a partir de San Isidro de Coronado.

REVISION DE LITERATURA

Botánica. Existe cierta confusión en la sinonimia aplicada a la mayoría de las especies y variedades tropicales del género Alnus. Los criterios son diferentes y a veces contradictorios según los autores.

Incluyendo árboles maderables, ornamentales y arbustos, Bailey (3) describe 30 especies y 11 variedades del género Alnus, casi todas extra-tropicales. Las diferencia en una clave utilizando caracteres morfológicos de hojas y flores. Cita a A. jorullensis HBK. como estrechamente relacionada con A. acuminata HBK., y ambas, las diferencia únicamente por la forma y borde de las hojas: A. acuminata es descrita con hojas usualmente ovales y pubescentes en el envés, doblemente aserradas; A. jorullensis, con hojas oblongo-lanceoladas, groseramente dentadas.

Record y Hess (40) sólo citan 20 especies, señalando A. acuminata como especie centroamericana. Estos autores no establecen con claridad la diferencia entre las dos especies, pues expresan que aparentemente la especie sudamericana A. jorullensis comprende a todos los "alisos" sudamericanos, aunque incluyendo diversas variedades, algunas de las cuales se confundirían con A. acuminata.

Standley y Steyermark, (47) en su obra Flora de Guatemala, expresan que en la familia de las Betulaceae, son reconocidos 6 géneros, principalmente en las regiones templadas de los dos hemisferios, y que algunos de ellos se extienden a las regiones montañosas de los trópicos. Estos autores dan una clave para las 4 especies descritas en aquel país: A. ferruginea, A. firmifolia, A. jorullensis y A. arguta, las cuales son diferenciadas únicamente por caracteres de las hojas.

Según esta clave A. jorullensis presenta glándulas de cera amarillentas en el envés de las hojas.

Al describir A. ferruginea dicen que es una planta fácil de reconocer por la abundante pubescencia de las hojas, lo cual puede probar -según los autores- que esta especie es sólo una variedad pubescente del "ampliamente distribuido A. jorullensis".

A. jorullensis es descrito con hojas de envés glabro y los pelos, si existen, están confinados a los nervios.

Es notoria la contradicción en que incurren estos autores al afirmar, en su obra Flora de Guatemala, (47) que fuera de las 4 especies antes mencionadas y descritas por ellos en este país, no se conoce ninguna otra en Centro América. Sin embargo, uno de los mismos autores, Standley (46) en su trabajo, Flora de Costa Rica, menciona la especie A. acuminata como típica de este país en la región que él denomina "tierra fría".

Macbride (28) en su extensa obra sobre la flora del Perú cita y describe para este país únicamente la especie A. jorullensis y dentro de ella las siguientes variedades: typica Regel; castaneifolia (Mirb) Regel (castaneifolia); ferruginea (HBK) Kuntze; Mirbelii (Spach) Winkl. y acutissima Winkl.

Holdridge (21) expresa que A. jorullensis y A. acuminata se pueden considerar como una sola especie desde el punto de vista forestal.

Hall (17) enlista 24 especies de Alnus en un estudio comparativo de la anatomía y filogenia de las Betulaceae aunque aclara que puso escasa atención a posibles sinonimias entre las especies por él analizadas pues llega solamente hasta género.

Finalmente, Rehder (42) presenta una clave para identificar 16 especies del género Ainus, aunque ninguna del trópico americano, y al describir posteriormente cada una de ellas, cita otras especies muy relacionadas, híbridos, variedades y sinónimos, mencionando en total 96 unidades sistemáticas dentro de este género.

En cuanto al género Ainus, botánicos como Bailey (3) lo ubican en la familia Betulaceae junto con los géneros Betula, Corylus, Carpinus, Ostrya y Ostryopsis. Otros autores (40) consideran a estos últimos tres géneros como constituyentes de otra familia, Corylaceae.

Otros (17, 57) dividen la familia Betulaceae en dos tribus: Betuleae y Coryleae. Dentro de esta última, los géneros Carpinus, Corylus, Ostrya y Ostryopsis; en la tribu Betuleae, sólo los géneros Ainus y Betula.

Estas dos tribus han sido elevadas al rango de familia por algunos autores como Regel (41), Warming (54), Hutchinson (25) y Record y Hess (40).

Strasburger (48) expresa que recientemente las Betulaceae y Fagaceae se las separa en órdenes particulares: Betulales y Fagales.

Distribución. La distribución geográfica de este árbol se puede establecer definitivamente no obstante la sinonimia utilizada por los distintos autores.

Hueck (24) en su trabajo realizado en el noroeste argentino, afirma refiriéndose al año 1951 que los bosques de A. jorullensis HBK., "aliso", ocupaban en esa región una superficie de 2.000 kilómetros cuadrados, y que la distribución en América Latina se extiende desde Méjico a la Rep. Argentina en una extensión de alrededor de 7.500

kilómetros.

Bailey (3) expresa que existen cerca de 30 especies de este género en el Hemisferio Norte y en América del Sur hasta Perú. Al describir brevemente las características morfológicas de cada especie y variedad menciona su dispersión geográfica, citando Estados Unidos, Méjico y Centro América. Otras especies de Alnus las menciona en Europa, Asia y Norte de Africa. A. acuminata, de acuerdo a este autor, estaría distribuida desde el norte de Arizona hasta Centro América. A. jorullensis, en la América Central.

Pittier y colaboradores (37) hacen referencia a dos especies para Venezuela: A. ferruginea HBK. y A. Mirbelii Spach.

En el Ecuador, también es citado A. jorullensis por Diels (14), y en Colombia, por Pérez Arbelaez (35).

Hall (17) expresa que el género Alnus está distribuido en todos los continentes del Hemisferio Norte, y en el Nuevo Mundo se extiende a través de Méjico y Centro América; en los Andes alcanza hasta Perú, Bolivia y el norte de Argentina.

Silvicultura. Como en la mayoría de las especies tropicales, no existen para A. jorullensis muchas referencias sobre su silvicultura. Un estudio, de carácter general acerca de esta especie en Costa Rica, se debe a Holdridge (21), quien recomienda con carácter preliminar una distancia de plantación de 14 x 14 varas* o sean 50 árboles por manzana** tratándose de cultivo combinado con pastos. Al cabo de 10 años, puede elevarse este número a 100 árboles por manzana, plantando uno en el centro de cada cuadrado, para obtener un distanciamiento de

* 1 vara = 2.74 pies = 0.83 m.

** 1 manzana = 1.7 acres = 0.7 ha.

10 varas. Si 100 árboles por manzana es el número correcto, -dice- los sobrevivientes de cada 50 plantados deben cortarse cada 10 años o preferiblemente el ciclo de corta abreviarse a 5 años. En cuanto a la práctica de la poda, expresa que sería más económico podarlos con mayor frecuencia, pero menos severamente.

Acosta Solís (1) refiere que en la región interandina del Ecuador se confronta un problema serio debido a la destrucción de los bosques. Allí, especialmente en la provincia de Tungurahua -según el autor- se realizan plantaciones de "aliso" A. jorullensis, a lo largo de los linderos entre fincas o en sitios no aptos para agricultura.

Hueck (24) en su trabajo sobre "aliso" en el noroeste de la Rep. Argentina, expresa que la reproducción natural parece ser suficiente para mantener permanentemente el bosque en condiciones satisfactorias en cuanto a densidad. Dice igualmente que un árbol adulto produce en circunstancias normales, más de medio millón de semillas en forma regular y que este proceso se repite de 50 a 70 veces. Encontró un árbol de 105 años, determinando esta edad por el número de anillos de crecimiento.

Existen algunos estudios sobre otras especies del género Alnus y parece de utilidad mencionarlos brevemente porque a través de su consulta se han comprobado ciertas similitudes en los hábitos silviculturales del género.

Warrack (55) refiriéndose al "red alder" A. rubra Bong. en la región costera de la Columbia Británica, dice que estudios preliminares sobre aclareo de rodales puros, indican que un período apropiado para realizar un aclareo fuerte, en buenos sitios, fluctuaría entre los 15

y 20 años, considerados dentro de un plan de rotación de 30 a 40 años. Sin embargo, hace mención al hecho de que la formación de ramas epicórmicas puede ser un factor que modifique el criterio de elección tanto de la densidad adecuada como de la rotación calculada.

En cuanto a rendimiento, Haddock (16) cita a A. rubra Bong. en Estados Unidos, produciendo más de 3.000 pies cúbicos por acre en 25 años y aun 6.000 pies cúbicos por acre en 30 años, en rodales cultivados y de densidad normal.

Ecología. Refiriéndose a A. jorullensis, Hueck (24) expresa que en Argentina esta especie a pesar de su carácter tropical, ofrece gran semejanza con los tipos de bosque de este género en el Hemisferio Norte.

Según el autor, la distribución altitudinal del "aliso" en Argentina va de 1.400 a 2.200 m. y en casos aislados, llega a los 2.700 m. Agrega que es la especie dominante en las zonas altas del noroeste argentino, y que sus caracteres fisiológicos y sociológicos son diferentes en su límite de dispersión meridional y septentrional.

Da como condiciones óptimas, 1.500 a 2.000 mm. de agua en forma de precipitación pluvial. En la región estudiada, provincia de Tucumán, expresa que hay de 8 a 10 semanas sin lluvias y una humedad relativa promedio de 76%; nebulosidad, 5.3. La formación de neblina es muy frecuente. Determinó temperaturas de 13°C en el estrato inferior y de 5 a 6°C en el superior. La mínima registrada fue de -8° a -10°C.

El período de descanso fisiológico del "aliso" se debería, de acuerdo al autor, a causas genéticas, originadas en el hemisferio norte, porque en el sud, dice que este reposo ya no se justificaría.

Finalmente, indica que las causas limitantes de la reproducción natural serían la deficiencia de luz y la falta de humedad del suelo porque parece -según el autor- que la plántula no alcanza a tomar el agua de las capas inferiores. En general observó que donde disminuía la humedad del suelo desmejoraban los bosques de "aliso" en cantidad y calidad.

Weberbauer (56) en el Perú observó esta especie en altitudes tan diferentes como en la costa, es decir, al nivel del mar y a los 3.800 m. de altitud, aunque en este caso asumiendo forma arbustiva.

Califica como "género boreal" a Alnus y casi invariablemente lo menciona como formando montes ribereños o vegetación de los bordes de arroyos.

McVean (29) estudiando A. glutinosa en Inglaterra, la caracteriza como especie hidrofítica y expresa que la humedad del suelo pareciera ejercer mayor influencia que la humedad atmosférica en su distribución local y regional. Agrega que es muy sensitiva a la sombra, a tal punto que la regeneración interna de los rodales es prácticamente desconocida.

Holdridge (22) de acuerdo con su clasificación climática, ubica a esta especie en las fajas Montano y Montano Bajo, a las cuales corresponden respectivamente de 6° a 12°C, y de 12° a 17°C de temperaturas medias anuales, aproximadamente.

Ambas formaciones corresponden (8) en la clasificación de Schimper al "temperate rain forest". La faja Montano Bajo con precipitación de 1.000 a 2.000 mm. equivale al "montane rain or cloud forest" del sistema de clasificación de Beard y la faja Montano, de Holdridge,

corresponde al "elfin woodland or mossy forest", de Beard.

Fijación de nitrógeno. Las investigaciones en este problema se han referido esencialmente a establecer si la fijación de nitrógeno atmosférico está asociada con la presencia de nódulos en las raíces y en algunos casos a establecer la identidad del organismo formador de los nódulos, posible causante de la fijación. Varios autores (20, 26, 32, 33, 38, 44) al determinar que el aliso nodulado crecía vigorosamente en cultivos artificiales de arena o soluciones nutritivas exentas de nitrógeno, han dado conclusiones afirmativas.

Ferguson (15) hizo un extenso estudio de la formación y función de los nódulos radiculares en A. glutinosa (L) Gaertn. Trabajó con plantas originadas por semilla y determinó que las plantas noduladas de esta especie desarrollan con gran vitalidad en soluciones nutritivas carentes de nitrógeno combinado. Enuncia que la fijación de nitrógeno atmosférico se produce dentro de las plantas noduladas y probablemente en los nódulos. La fijación de nitrógeno por unidad de peso seco de tejidos nodulares es igual o superior a la de las leguminosas, de acuerdo a los análisis químicos practicados.

Dice este autor que si los nódulos son removidos de una planta que esté creciendo en una solución nutritiva exenta de nitrógeno, la planta rápidamente muestra todos los síntomas de deficiencia de este elemento. Además, el alto porcentaje de nitrógeno determinado en los tejidos nodulares, refuerza la teoría de que la fijación depende de la presencia de nódulos. Concluye diciendo que no hay razones para dudar que dicho proceso se realice igualmente en condiciones naturales.

Viertanen, y Miettinen (52) estudiaron el mecanismo de la fijación de nitrógeno atmosférico y el metabolismo de este elemento en A. incana y A. glutinosa, analizando en especial la variación estacional de aminoácidos libres en diferentes órganos de los vegetales.

L(+)-citrulina fue el aminoácido libre que encontraron en mayor proporción en las raíces y nódulos radiculares; la gran acumulación de citrulina durante el otoño sugiere a los autores que este elemento podría desempeñar un papel de reserva nitrogenada similar al que se atribuye a la asparagina y glutamina en las leguminosas, en las cuales no se encuentra citrulina. Recíprocamente, tampoco se halla glutamina y asparagina en raíces ni nódulos de los Alnus estudiados.

Uemura (50) en un estudio sobre los bacterios que producen la formación de los nódulos, aisló 13 cepas o razas de Actinomycetes de 72 ensayos con nódulos de Alnus firma Sieb. et Zucc. y 63 cepas de Actinomycetes de nódulos de A. japónica, haciendo el ensayo de aislamiento 87 veces. Simultáneamente aisló varias cepas o razas de otros bacterios. Supone este autor, de acuerdo con las inoculaciones practicadas, que los Actinomycetes pueden tener la facultad de formar nódulos cuando están en convivencia con los otros bacterios también aislados en el mismo trabajo.

Recientemente, Bond y colaboradores (5) afirman en base a investigaciones con plantas noduladas de A. glutinosa, que el proceso de fijación de nitrógeno atmosférico tiene lugar en los nódulos, lo cual fue comprobado utilizando nitrógeno isotópico.

Otros autores (53) han determinado que la fijación de nitrógeno en A. glutinosa, continúa aún en los nódulos aislados o

separados de las raíces de la planta.

Tecnología. En un estudio sobre anatomía de la madera de las Betulaceae para aclarar la filogenia de esta familia, Hall (17) analizó 24 especies del género Alnus, encontrando cierta anomalía en A. acuminata en la que sólo determinó 6 vasos por mm. cuadrado, número muy reducido comparativamente con el promedio hallado en todas las demás especies estudiadas de Alnus que fue de 74 vasos por mm. cuadrado.

El autor no encontró anillos de crecimiento en A. acuminata mientras que estos elementos fueron determinados en el resto de las especies estudiadas. Igualmente halló un desarrollo muy pobre de radios agregados en A. acuminata. El promedio diamétrico de los vasos en muestras de árboles adultos, fue de 52 micrones.

Por el contrario, Record y Hess (40) afirman la existencia de anillos de crecimiento en esta especie. Expresan que las maderas de Alnus son tecnológicamente muy similares; de color castaño claro o superficialmente bronceado, con poco brillo. Madera incolora e insípida cuando está seca, liviana pero firme; textura mediana a fina, de grano variable; fácil de secar y trabajar, de acabado fino, no durable en contacto con el suelo. Secada al aire tiene una gravedad específica de 0.45 a 0.60 y un peso de 28 a 38 libras por pie cúbico.

Agregan los autores que la madera tiene células de paredes delgadas, muy numerosas, bien distribuidas y sin ninguna disposición especial. Las fibras poseen paredes celulares medianamente delgadas y pequeñas puntuaciones areoladas. Se deseca fácilmente sin torceduras ni rajaduras excesivas.

Según Acosta Solís (1) es una madera de textura fina y uniforme, fácil de aserrar y cepillar; de color rosado claro, a veces con franjas en color rojizo, tornándose algo más clara a medida que seca.

Hueck (24) refiriéndose a A. jorullensis en el noroeste argentino expresa que la gravedad específica oscila entre 0.42 y 0.46 secada al aire.

Utilización. En el año 1951, López (27) fija en 725.301 pulgadas el aserrío de esta madera en Costa Rica, lo cual supone en ese período el 2% del consumo total de maderas en este país.

Algunas especies forestales han sido utilizadas en varios países inicialmente como combustible, para satisfacer necesidades locales, pero el aumento de población, la construcción de nuevas vías de acceso o el agotamiento de bosques cercanos, les abrieron nuevas posibilidades, aumentando su valor. Esto ha sucedido con Alnus spp. en Costa Rica, Argentina, Bolivia y aun Estados Unidos, países que en la actualidad usan estas maderas para construcciones de tipo económico, muebles baratos, en la fabricación de envases para distintos productos y otros usos.

Las hojas y la corteza son empleadas como fuente de tanino y materias colorantes; sus propiedades astringentes son también útiles en medicina local, según Record y Hess (40).

En el norte argentino se usa tanto en construcción, como para muebles y trabajos de tornería (24).

Acosta Solís (1) dice que en Ecuador esta madera se utiliza en carpintería, mueblería y construcciones, así como para cajonería, donde se envasa fruta de exportación.

Otro aspecto de su utilización, sería la obtención de taninos. Venezuela (51) entre otros países ha encarado el problema de suplir sus necesidades de materias tanantes, recurriendo al "mangle", (Rhizophora mangle L.) especie que también abunda en Costa Rica.

En estos países, hasta el presente, parece ser la especie citada la más conveniente para cubrir las necesidades de esta importante materia prima. Un aspecto negativo, en la realización de estos estudios se manifiesta en la dificultad de interpretación de los análisis químicos, debido tanto a los diferentes métodos empleados como a la poca claridad sobre las características de las muestras analizadas.

Siendo el "quebracho colorado", (Schinopsis balansae) considerado comercialmente como el árbol forestal más rico cuali y cuantitativamente en extractos curtientes, citaremos las cifras dadas por Tortorelli, (49) acerca de su contenido en tanino. Dice que el duramen de este árbol proporciona alrededor de 33% de extracto de quebracho, con un 63% de tanino puro.

A. glutinosa es citada (2) con un contenido promedio en la corteza de 16% de tanino, expresado como "porcentaje ordinario de tanino". (sic)

Tabla Local de Volúmenes. Cuando no es posible construir, como en nuestro caso, Tablas Standard de Volúmenes o de Clase de Forma, debido al enorme número de árboles que deben ser cortados, ya que los rodales son de propiedad particular, resulta igualmente satisfactorio confeccionar Tablas Locales de Volumen, las cuales deben basarse en un número suficiente y de caracteres representativos

con respecto a los árboles de la zona donde se aplicará dicha Tabla.

Chapman y Mayer, (13) fijan este número entre 25 y 30 árboles cortados; Meyer (31) que es el autor cuyo procedimiento seguiremos, da como ejemplo una Tabla Local de Volúmenes basada en 32 árboles. Este autor indica además brevemente pero en forma completa, todas las especificaciones y condiciones que debe llenar una Tabla de Volúmenes.

La utilidad más práctica e inmediata de estas Tablas, para el dasónomo, consiste en proporcionar el volumen promedio por árbol, basándose solamente en su respectivo DAP. Deben construirse con datos o mediciones realizadas en una localidad determinada y usarse, preferentemente, en la misma localidad aunque a veces tienen aplicación más amplia.

MATERIALES Y METODOS

Han sido observaciones y mediciones en el campo la base principal de este trabajo en lo referente a la parte botánica, dendrometría, ecología y silvicultura. En el aspecto de utilización se visitaron aserraderos, mueblerías y otros establecimientos relacionados.

También se recurrió a informaciones solicitadas a finqueros, industriales, agricultores y otras personas vinculadas a nuestro propósito, resultando valiosa esta experiencia colectiva.

En la parte dasométrica, se han aprovechado mediciones de incrementos diamétricos realizadas anualmente desde 1950 a 1955. Este registro se inició en 1950 con un total de 203 árboles distribuidos en 6 lotes, pero en el año 1955, sólo quedaban 99 árboles y 4 lotes, ya que 2 lotes y 104 árboles habían sido explotados en el intervalo. Esto se explica debido a que lotes y árboles son de propiedad particular, a excepción del lote Municipal.

Las características de los 4 lotes utilizados como base de este trabajo se describen en el Cuadro 1.

Los instrumentos forestales utilizados fueron los usuales: hipómetro Abney, brújula de mano, cinta diamétrica, cintas metálicas de 50 y 100 pies, altímetro, dendrómetros y formularios especiales para registrar mediciones y características de los árboles estudiados.

Fijación de nitrógeno. El problema se concretó a la determinación cuantitativa de nitrógeno total en 25 muestras, de raíces, hojas y nódulos radiculares. Las características de las muestras analizadas, se pueden ver en el Cuadro 2.

En los análisis se siguió el método Microkjeldahl (58). Las hojas

Cuadro 1. DESCRIPCION DE LOS 4 LOTES* ESTUDIADOS. A. Jorullensis HBK.
 San Isidro de Coronado.
 (Noviembre 1955**)

Lote	Superf./lote		Altitud		No. de árboles		D.A.P. ***		Altura*** Edad****		Distancia entre arb.	
	ha.	acres	m.	pies	lote	acre	ha.	pulg.	pies	años	m.	pies
PINTO	1.60	0.64	1.610	5.280	29	14	35	15.6	52	11	17	55
VOLIO	0.47	0.19	1.550	5.080	45	82	202	12.9	60	10	7	23
MUNICIPAL	0.25	0.10	1.620	5.310	10	38	94	23.9	82	20	10	34
VARGAS****	0.38	0.15	1.680	5.510	15	109	222	16.7	96	32	6	22

* Los 4 lotes corresponden a la faja Montano Bajo de la clasificación climática de Holdridge

** Las mediciones de este Cuadro se han realizado entre el 10 y 15 de noviembre de 1955. Mediciones de DAP. se han realizado anualmente desde 1950.

*** Promedios. **** En este lote se realizaron entresques desde los 24 años de edad.

***** La edad de los lotes se refiere a la fecha de plantación de los brinzales. Debe estimarse 1 año de edad promedio del brinzal al ser plantado.

Cuadro 2. CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS DE MODULOS RADICULARES, HOJAS Y RAICES DE *A. jorullensis* HBK.
Análisis de Nitrógeno Total
Mayo 1956

Muestra	Organo vegetativo	Edad árbol	Localidad	Diámetro raíces	Profundidad del suelo a que se tomó
1*	Hojas	1/2	R.Redondo	--	--
1	Nódulos	1/2	R.Redondo	--	3-8 cm.
2	Hojas	1	Las Nubes	--	--
2	Nódulos	1	Las Nubes	--	5-10 cm.
2	Raíces	1	Las Nubes	5-10 mm.	5-10 cm.
3	Hojas	2	R.Redondo	--	--
3	Nódulos	2	R.Redondo	--	4-14 cm.
3	Raíces	2	R.Redondo	4-8 mm.	4-14 cm.
4	Hojas	4	R.Redondo	--	--
4	Nódulos	4	R.Redondo	--	3-9 cm.
4	Raíces	4	R.Redondo	6-18 mm.	3-9 cm.
5	Hojas	12	Las Nubes	--	--
5	Nódulos	12	Las Nubes	--	6-15 cm.
5	Raíces	12	Las Nubes	10-30 mm.	6-15 cm.
6	Hojas	16	Las Nubes	--	--
6	Nódulos	16	Las Nubes	--	8-18 cm.
6	Raíces	16	Las Nubes	20-30 mm.	8-18 cm.
7	Raíces	32	Las Nubes	8-30 mm.	15-25 cm.
8	Hojas	3	Las Nubes	--	--
8	Nódulos	3	Las Nubes	--	5-12 cm.
8	Raíces	3	Las Nubes	5-12 mm.	5-12 cm.
9**	Nódulos	20	Las Nubes	--	6-12 cm.
9	Raíces	20	Las Nubes	6-30 mm.	6-12 cm.
10***	Nódulos	10	Las Nubes	--	5-10 cm.
10	Raíces	10	Las Nubes	4-20 mm.	5-10 cm.

* Los números repetidos en las muestras indican que los órganos vegetativos se tomaron del mismo árbol.

** Lote Municipal. *** Lote Volio

analizadas eran adultas en todos los casos y los nódulos, tenían apariencia de estar en proceso de crecimiento y desarrollo.

Los nódulos eran inmediatamente separados de las raíces y esta operación se hacía sin dificultad. Las porciones de raíces analizadas estaban localizadas entre los nódulos o cerca de ellos. Se excluyeron las raicillas y pelos radiculares, así como las porciones de raíces envueltas por los nódulos o las situadas muy cerca de los nódulos radiculares.

Complementariamente se hicieron algunas observaciones sobre el comportamiento vegetativo y otras características de las gramíneas asociadas con "jaúl".

Con respecto a los nódulos, se hicieron algunas observaciones sobre su presencia, frecuencia y otras características.

Tabla Local de Volúmenes. Su construcción se ha basado en la medición de 25 árboles cortados en el Cantón San Isidro de Coronado y zonas adyacentes. Se consideran representativos de esta región y su distribución diamétrica fluctúa entre 12.2 y 33.2 pulgadas de DAP.

Las mediciones de los árboles se han normado en las recomendaciones dadas por el Committee of Standardization on Volume and Yield Tables (31), modificándose únicamente la determinación del diámetro comercial superior mínimo, espesor de corteza y altura de tocón, pues debieron adaptarse estos tres factores a características locales.

Debido a que el volumen por árbol dentro de una clase diamétrica es variable, a causa principalmente de diferencias en altura, es particularmente aconsejable e importante, según Meyer (31) medir árboles de diferentes alturas dentro de las clases diamétricas dadas.

Siguiendo este criterio se midieron adicionalmente las alturas de otros 119 árboles, además de los 25 citados.

En el Cuadro 3 se ordenaron los DAP. de los 144 árboles en clases diamétricas de 2 en 2 pulgadas, comprendiendo un DAP. mínimo de 3.8 a un máximo de 33.2 pulgadas y para cada clase diamétrica se determinó la altura promedio correspondiente.

Con los datos del Cuadro citado, de altura total y DAP. promedios, se representó gráficamente en un sistema de coordenadas rectangulares la relación entre ambas variables mediante una curva balanceada algebraicamente, o sea que se relacionaron promedios de DAP. en cada clase diamétrica con los promedios de altura dentro de cada clase diamétrica, (Gráfico 1).

Como el volumen varía de acuerdo a la altura principalmente, se ajustaron los volúmenes reales de los 25 árboles cortados, (columna 3 del Cuadro 4), a la curva de alturas balanceadas (Gráfico 1), multiplicando dichos volúmenes reales por la relación H_b/H , o sea:

$$\text{Vol. ajustado (Va)} = V_r \frac{H_b}{H}$$

donde:

V_r = volumen real de cada árbol cortado.

H_b = altura promedio balanceada y leída en la curva del Gráfico 1.

H = altura real de cada árbol cortado.

Los volúmenes, ajustados por este procedimiento (columna 5 del Cuadro 4) y sus DAP. correspondientes, se relacionaron gráficamente en otro sistema de coordenadas rectangulares, (Gráfico 2). Los valores numéricos de la Tabla Local de Volúmenes se deducen de esta curva balanceada.

**Cuadro 3. RELACIONES DE ALTURAS TOTALES Y DAP. REGISTRADAS POR CLASES
DIAMETRICAS DE 2 EN 2 PULGADAS.
A. Jorullensis HBK. (San Isidro de Coronado)**

No.	Diámetro a la altura del pecho en pulgadas:															
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
28	Altura total en pies															
29	59															
30	67															
31	72															
32	89															
	64															
Suma	220	38	205	527	1518	2041	1136	1319	731	362	389	461	198	-	205	110
No.	7	1	4	11	27	32	16	18	10	4	4	5	2	-	2	1
Prom.	31	38	51	48	56	64	71	73	73	90	97	92	99	-	102	110

Cuadro 4. DIAMETRO, ALTURA Y VOLUMEN DE 25 ARBOLES CORTADOS.
A. jorullensis HBK. (San Isidro de Coronado)

D.A.P.	Altura total H	Volumen real Vr	Altura balanceada* Hb	Volumen ajustado Va
pulg.	pies	pies ³	pies	pies ³
12.2	57	18.7	57.5	18.8
12.9	67	22.7	60.0	20.2
12.9	66	23.9	60.0	21.7
13.0	71	27.6	60.4	23.4
13.2	66	23.1	61.0	21.2
13.6	66	30.0	62.3	28.2
13.6	70	32.9	62.3	29.2
13.7	70	27.7	62.5	24.6
13.8	65	33.2	62.6	31.8
14.8	72	39.1	65.2	35.1
15.9	84	45.5	68.9	37.3
16.9	104	74.6	71.2	50.7
18.0	80	51.5	74.0	47.3
18.2	90	66.5	74.6	54.5
18.2	92	67.6	74.6	54.7
20.9	85	87.6	81.2	83.2
23.0	115	110.1	86.5	82.5
23.7	77	98.2	88.0	111.9
24.0	120	161.0	89.0	119.1
25.2	99	129.2	91.8	118.8
26.6	104	141.0	95.0	128.3
28.0	112	176.7	98.0	153.7
31.4	85	176.9	104.0	215.8
32.6	120	237.7	105.8	209.1
33.2	110	260.6	106.2	250.1

* Leída del Gráfico 1.

Los volúmenes comerciales en pies cúbicos, se refieren al volumen del fuste comercial excluyendo el tocón y la parte del árbol por encima del diámetro mínimo fijado en 10 pulgadas.

Coefficiente mórfico. Se obtuvo dividiendo el volumen real del fuste comercial entre el volumen del mismo fuste pero considerado como un cilindro teórico, cuya base es el valor del DAP. expresado en área basimétrica.

Para hallar el volumen real del fuste comercial se marcaron los troncos de los árboles derribados en secciones de 4 pies, tomando el diámetro en la mitad de cada sección. La suma de los volúmenes parciales es igual al volumen real comercial total. Se utilizó la fórmula de Smalian.

Clase de forma. Se determinó dividiendo el diámetro debajo de la corteza a los 16 pies, a partir del extremo superior del tocón, entre el diámetro incluyendo corteza, a los 4.5 pies (DAP.). La relación de estos dos diámetros se ha expresado como un porcentaje:

$$Cl_f (\%) = \frac{D \text{ s/c } 16'}{D.A.P. \text{ c/c}}$$

donde:

$Cl_f (\%)$ = clase mórfica en porcentaje

D s/c 16' = diámetro sin corteza a los 16 pies

D.A.P. c/c = diámetro con corteza a 4.5 pies

Volumen de corteza. Se calculó directamente en los 25 árboles cortados, por diferencia entre el volumen del fuste comercial con corteza y sin corteza midiendo en cada una de las secciones de 4 pies citadas, el espesor de corteza para luego calcular el volumen total. Se ha excluido el volumen de corteza del tocón y de la parte

del fuste situada por encima de las 10 pulgadas fijadas como diámetro comercial mínimo.

Igualmente se determinó el valor numérico de la constante "k", que de acuerdo a Meyer (31) es la relación entre diámetro sin corteza y diámetro con corteza. Según este autor, dicha constante parece ser igual en cada especie prescindiendo de la altura del fuste a la cual es determinada.

$$d = k.D \quad \dots \quad k = \frac{d}{D}$$

siendo:

k = valor constante

d = diámetro sin corteza

D = diámetro con corteza

Debido a la carencia de un incrementador de corteza, se practicaron incisiones en la corteza en 2 puntos diferentes del fuste a la misma altura obteniéndose el valor del doble espesor de corteza (2E).

Sustrayendo 2E del valor del diámetro con corteza (D), el diámetro sin corteza (d) se obtiene:

$$d = D - 2E$$

El espesor de corteza E correspondiente a un valor promedio de "k", ya conocido, fue determinado en árboles en pie, por la fórmula:

$$E = \frac{D}{2} (1 - k)$$

El cálculo numérico de la constante "k" se basó en la medición del espesor de corteza de 50 trozas de 4 pies de largo, o sea que se consideraron los 25 fustes, pero se determinó "k" en dos alturas diferentes: en la primera y en la cuarta troza de 4 pies de longitud a

partir del tocón.

Análisis de taninos. Con la finalidad de investigar las posibilidades industriales de la corteza de "jaúil" como fuente de materias tanantes, para uso en las tenerías del país, o en previsión de otras probables aplicaciones, se realizaron estos análisis químicos.

Las muestras tomadas en los lotes, se refieren a porciones alícuotas de todos los árboles de cada lote. No se hicieron determinaciones periódicas debido a limitaciones de tiempo.

Aunque los conos y duramen de la planta muestran evidencia de poseer taninos, no se analizaron por la misma razón anterior.

La descripción de las muestras utilizadas, aparece en el Cuadro 5. Los análisis se realizaron según el Método Internacional del Polvo de Piel.

Relación edad-DAP. Para determinar la edad se ensayó el barrenado de Pressler, contándose el número de anillos de crecimiento y relacionando esta observación con la edad conocida o estimada de algunos árboles.

Como se conocía de antemano la edad de los árboles coetaneos de los lotes, se relacionó esta variable con los DAP. promedios que se midieron anualmente de 1950 a 1955. Con ambos datos se trazó una curva balanceada para determinar con bastante aproximación esta correlación edad-DAP. (Gráfico 4).

Incremento diamétrico anual. Existiendo registros anuales de 1950 a 1955 de estos incrementos de cada árbol en los 4 lotes, se trazaron en un mismo gráfico 4 curvas representativas de tales crecimientos, considerando el año 1950 como de inicio del incremento y

Cuadro 5. CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS DE CORTEZA PARA ANALISIS DE TANINOS.
A. Jorullensis HBK. San Isidro de Coronado

Muestra	Edad/árbol	D.A.P.	Altura árbol	Procedencia	Altura del fuste a que fue tomada	Espesor corteza promedio
No.	años	pulg.	pies		pies	pulg.
1	10	8.1	48	R. Redondo	12 a 16	0.3
2	12	13.3	55	Las Nubes	2 a 6	0.4
3*	32	16.7	96	Lote Vargas **	2 a 6	0.5
4*	20	23.9	82	Lote Municipal **	2 a 6	0.6
5*	11	15.6	52	Lote Pinto **	2 a 6	0.3
6*	10	12.9	60	Lote Vollo **	2 a 6	0.2
7	25	26.5	70	Las Nubes	12 a 16	0.5

* Muestras alícuotas de todos los árboles del lote.

** Los datos que se refieren a los lotes son cifras promedios.

Cuadro 6. RESULTADOS DE LOS ANALISIS* DE TANINOS EN CORTEZA DE A. Jorullensis HBK.
San Isidro de Coronado. Agosto, 1956.

Muestra	Humedad	Sólido total	Extraíble total	Soluble total	Factor pol vo de piel	No taninos	Insolubles	Tánicos
No.**	%	%	%	%	%	%	%	%
1	45.46	54.54	8.029	7.48	1.184	6.476	0.589	1.00
3	42.17	57.83	6.220	5.94	1.180	4.570	0.280	1.37
4	45.06	54.94	8.730	8.44	1.170	5.610	0.290	2.83
5	47.50	52.50	8.750	7.93	1.190	5.210	0.820	2.72
6	44.90	55.10	4.940	4.56	1.190	2.970	0.380	1.59
PROMEDIOS:	45.01	54.98	7.333	5.68	1.182	4.960	0.471	1.90

* Método Internacional del Polvo de Piel.

** Las muestras 2 y 7 fueron eliminadas por error en los análisis.

registrando en el eje de las ordenadas los crecimientos expresados en décimos de pulgada. Las 4 curvas fueron balanceadas, y los incrementos incluyen crecimiento de corteza, (Gráfico 3). Las curvas se refieren a los 4 promedios, uno para cada lote, es decir, tomando el promedio del crecimiento diamétrico de todos los árboles del mismo lote, en cada año.

Estos valores, tabulados, se pueden ver en los Cuadros 7 y 8.

Incremento volumétrico anual. Para calcularlo, se siguió el método expuesto por Meyer (31) quien dice que el incremento volumétrico anual corriente de un rodal se determina sobre la base del incremento diamétrico promedio pasado, por clases diamétricas. El autor afirma que en muchos casos resulta más seguro calcular este incremento basándose en la suposición de que los árboles de un diámetro dado, tendrán en la actualidad el mismo incremento diamétrico promedio que los árboles del mismo diámetro, tuvieron en el pasado. El procedimiento usual para el cálculo del incremento volumétrico bruto corriente se expone en el Cuadro 9.

Los datos básicos necesarios, son:

- a) Volumen por árbol, por clases diamétricas, (en este caso, deducido de la Tabla Local de Volúmenes).
- b) Incremento diamétrico anual promedio por clases diamétricas.
- c) Número de árboles por clases diamétricas, en los lotes estudiados.

Los datos de crecimiento se refieren al área de los 3 lotes en estudio, con un total de 84 árboles, o sea que en 5 años se han efectuado 420 mediciones. En el Cuadro 9, el volumen por árbol es anotado

Cuadro 7. DAP. PROMEDIOS REGISTRADOS ANUALMENTES EN LOS 4 LOTES
A. jorullensis HBK. San Isidro de Coronado
 (1950-1955)

A ñ o	Lote Pinto	Lote Volio	Lote Municipal	Lote Vargas
1950	7.8	7.0	20.0	14.8
1951	9.6	8.6	20.8	14.9
1952	11.0	10.3	21.4	15.1
1953	12.6	11.3	22.1	15.6
1954	14.2	12.0	22.6	16.1
1955	15.6	12.9	23.9	16.5

Cuadro 8. INCREMENTOS DIAMETRICOS ANUALES EN LOS 4 LOTES*
A. jorullensis HBK. San Isidro de Coronado
 (1950-1955)

Período	L o t e s				No. de árboles	Promedio 4 lotes
	Pinto	Volio	Municipal	Vargas		
1950-51	1.76	1.60	0.81	0.07	99	1.06
1951-52	1.40	1.75	0.63	0.23	99	1.00
1952-53	1.67	0.95	0.69	0.46	99	0.94
1953-54	1.53	0.70	0.51	0.46	99	0.80
1954-55	1.48	0.92	0.72	0.45	99	0.89
PROMEDIO:	1.56	1.18	0.67	0.33	99	0.93
No/árboles:	29	45	10	15		

* Incrementos deducidos del Cuadro 7.

A excepción del lote Vargas, en que se han realizado aclareos, en los otros lotes no se ha eliminado ningún árbol durante el quinquenio ya sea por corte o muerte.

enfrente del punto medio de la clase diamétrica correspondiente. En la columna 3 se anotan las diferencias entre volúmenes sucesivos por árbol. Estas diferencias representan el incremento volumétrico por árbol, correspondiente al incremento diamétrico para una pulgada de clase diamétrica; dichas diferencias son anotadas entre las líneas de las columnas precedentes, indicando de esta manera que ellas se refieren a un valor intermedio entre los puntos medios de dos clases sucesivas.

Debido a que el incremento diamétrico anual es sólo una pequeña fracción de todo el intervalo de una clase diamétrica, el incremento volumétrico debería determinarse en o cerca del punto medio de la clase diamétrica. Esto se hace promediando dos sucesivas diferencias volumétricas, y anotando el resultado otra vez en línea con los puntos medios de las diferentes clases diamétricas, (columna 4).

Para obtener la diferencia de volúmenes ajustada para las más altas y más bajas clases diamétricas, el volumen por árbol para las clases diamétricas 1 y 28, tuvieron que incluirse.

Los valores de la columna 4 representan el incremento volumétrico por árbol correspondientes a un incremento diamétrico de 1 pulgada. Dividiendo este incremento volumétrico por el intervalo de la clase diamétrica, (1 pulgada) y multiplicando el resultado por el incremento diamétrico anual, se obtiene el incremento volumétrico anual por árbol para cada clase diamétrica.

El incremento volumétrico por árbol, (columna 6) multiplicado por el número de árboles, da el incremento volumétrico total por clases diamétricas.

Cuadro 9. CALCULO DEL INCREMENTO VOLUMETRICO ANUAL.*
A. jorullensis HBK. (San Isidro de Coronado)

DAP.	Vol. por árbol	Diferencia de Vol.	Diferencia de Vol. ajustada	Incremento diam. anual por árbol	Increment. vol. anual/árbol	No. de árboles	Incremento vol. total	
1	2	3	4	5	6	7**	8	
	pulg.	pies ³	pies ³	pulg.	pies ³	No.	pies ³	
	Incremento volumétrico periódico (5 años), en los 3 lotes							1,734.6
	Incremento volumétrico anual en los 3 lotes							346.9
	Incremento volumétrico anual por acre							150.0

* Para una superficie de 2.32 acres, correspondiente a los lotes Municipal, Volio y Pinto. Se ha excluido el lote Vargas. (Ver Cuadro 1)

** El número de árboles de esta columna se refiere a un área de 2.32 acres, o sea al total de los 3 lotes.

Finalmente, la suma total de los volúmenes en todas las clases diamétricas se relacionó con la superficie de los 3 lotes. En este cálculo se ha eliminado el lote Vargas porque se ha comprobado un estancamiento de los incrementos en diámetro y altura.

El incremento volumétrico calculado en los 3 lotes constituye el incremento bruto del volumen inicial.

Determinación del incremento diamétrico promedio por clases diamétricas. Seguimos el procedimiento de Meyer (31). En primer lugar, se agruparon los árboles de los 3 lotes por clases diamétricas de 1 pulgada. Luego se registró para el promedio de cada clase diamétrica, el correspondiente incremento diamétrico anual promedio incluyendo corteza. Estos datos pueden verse en el Cuadro 10.

Utilizando ambos datos promedios del citado Cuadro, se representó gráficamente en un sistema de coordenadas rectangulares, mediante una línea recta, el incremento diamétrico promedio.

Esta determinación se hizo con los 84 árboles de los 3 lotes, utilizando las mediciones en los 5 años (1950-1955) o sea que se tomaron en cuenta 420 medidas de diámetros en este período.

En este caso, también se eliminó el lote Vargas por la razón antes expuesta.

El incremento diamétrico promedio por clases diamétricas de 1 pulgada, se puede deducir del Gráfico 5, y los valores numéricos se pueden ver en el Cuadro 19. ²¹

Cuadro 10. INCREMENTOS ANUALES DE DIAMETRO EN CADA CLASE DIAMETRICA
A. jorullensis HBK. San Isidro de Coronado
 1950-1955

Clase diamé- trica	1950-51	1951-52	1952-53	1953-54	1954-55	Incre- mentos promed.	Número de árboles
pulg.	i n c r e m e n t o s e n p u l g a d a s					pulg.	No.
2	1.800	--	--	--	--	1.800	1
3	1.300	--	--	--	--	1.300	1
4	1.633	1.650	--	--	--	1.641	5
5	1.450	--	--	--	--	1.450	6
6	1.581	1.228	1.400	--	--	1.403	25
7	1.620	1.566	1.080	0.933	--	1.299	34
8	1.676	1.626	1.033	0.875	0.766	1.195	54
9	2.100	1.782	1.190	0.800	0.920	1.214	40
10	2.300	1.661	0.968	0.772	0.900	1.320	55
11	--	1.250	1.150	0.800	0.881	1.020	52
12	--	1.566	1.885	0.915	0.865	1.307	43
13	--	2.100	1.800	1.100	1.120	1.530	22
14	--	--	2.000	1.800	1.600	1.800	14
15	--	--	2.100	2.200	1.650	1.983	6
16	0.500	--	--	1.800	1.600	1.300	7
17	0.700	0.500	0.500	2.600	1.933	1.246	10
18	--	0.700	0.550	0.400	1.033	0.670	9
19	--	--	0.900	0.600	1.400	0.966	4
20	0.700	0.300	--	0.700	--	0.566	4
21	0.950	0.900	0.500	0.400	0.650	0.680	7
22	1.100	0.600	0.850	--	--	0.850	5
23	--	0.700	0.700	0.550	0.900	0.712	6
24	0.900	--	--	0.600	0.950	0.816	5
25	--	0.800	--	--	0.700	0.750	2
26	--	--	0.800	--	--	0.800	1
27	--	--	--	0.300	0.900	0.600	2
PROMEDIO:						1.16	420*

* Corresponde a las mediciones de los 84 árboles en los lotes Volio, Municipal y Pinto, en el período de 5 años (1950-55): 84 x 5.

El lote Vargas se ha eliminado por considerarlo estancado.

RESULTADOS

Descripción botánica. A. jorullensis HBK., en Costa Rica es un árbol de altura variable, que alcanza en condiciones de reproducción natural, una altura total de 50 a 90 pies (15-30 m.) pero cultivado llega hasta 120 pies (40 m.). Se ha medido un DAP. máximo de 35.1 pulgadas (89 cm.) en un árbol extramaduro, de aproximadamente 65 años, en la localidad de Rancho Redondo, San Isidro de Coronado.

Su ramificación es típicamente monopódica y la copa asume una forma más o menos piramidal cuando es cultivada, aunque en bosques de reproducción espontánea, toma formas muy irregulares.

La corteza es de color gris claro, a veces casi plateado, suave y carece de grietas, conservando esta característica aun en árboles extramaduros. En la superficie de la corteza se notan gran número de lenticelas, de color blanquecino y de un diámetro entre 0.5 a 10 mm., según la edad del árbol.

Las ramitas son de color verde claro, triangulares al corte transversal en su mayoría, y fácilmente quebradizas.

Hojas simples, alternas, ovales, aserradas irregularmente y algo sinuadas, lo cual les da cierta asimetría; ligeramente acuminadas en el ápice o agudas; en la base, obtusas. El haz de color verde oscuro, glabro; el envés, verde claro o rojizo pálido.

En hojas muy jóvenes, la epidermis del envés está cubierta por una sustancia pegajosa, probablemente mucílagos o ceras, que se adhieren fácilmente a la yema de los dedos. Las nervaduras, prominentes en el envés, y más o menos pubescentes; cerca del peciolo, velludas.

El tamaño de la lámina oscila entre 6 y 15 cm. de longitud por

3 a 7.5 cm. de ancho, poseyendo de 10 a 14 pares de nervaduras en las hojas adultas. Posee estípulas caedizas.

Peciolos de 1.5 a 3 cm. de longitud, de color variable, generalmente verde claro y en algunos casos rojizo, especialmente en brinzales.

Es una planta monoica con inflorescencias agrupadas en amentos. Lleva de 4 a 9 amentos femeninos en cada ramilla. Estos amentos son cortos y al final de su desarrollo se transforman en conos ovoides, lignificados y provistos de escamas persistentes. La flor femenina es aperiantada y lleva 2 estilos; cada bráctea posee 2 flores.

Los conos, una vez lignificados miden de 16 a 22 mm. de largo por 10 a 12 mm. de diámetro y persisten en la planta cuando se han desprendido las semillas.

Posee 3 a 5 amentos masculinos alargados al final de cada rama florífera; llevan 3 flores en cada bráctea; 4 estambres. Los amentos tienen una longitud promedio de 5 cm. y un diámetro de 4 a 5 mm.

El fruto, es una nuez monosperma, indehiciente, de color amarillo oscuro a bronceado claro, provisto de un tejido aerífero flotador en forma de aletas y 2 estilos persistentes que se ven negros cuando están maduros. Las semillas o nueces se encuentran en las axilas de las escamas del cono, una o dos en cada escama.

Tiene un sistema radicular muy extendido superficialmente y en un árbol de 10 años de edad, la raíz pivotante alcanzaba 3 m. de profundidad y el diámetro superficial, 5 m.

Los nódulos que se observan en las raíces varían en tamaño, aspecto y distribución de acuerdo a la edad de la planta. En brinzales

de 2 meses de edad ya se encontraron pequeños nódulos, de color amarillo claro y de aspecto glomerular, distribuidos desde el cuello de la raíz hasta los extremos de las raicillas. Rodeando al nódulo se encuentra una especie de red formada por las raicillas entrelazadas que sostienen una porción de tierra muy suelta.

Al comenzar su crecimiento los nódulos presentan una forma más o menos esférica con la superficie rugosa, tomando el aspecto de una drupeola de color amarillo-rojizo. Al final de su desarrollo toman una forma arborescente desapareciendo la coloración original.

En cortes transversales del tronco, en árboles sobremaduros, de alrededor de 65 años, se ha observado comúnmente un gran porcentaje de madera en estados más o menos avanzados de descomposición; así una troza de 24 pulgadas de diámetro, presentaba un diámetro de 15 pulgadas de duramen en proceso necrótico, notorio por el color castaño oscuro y textura modificada. Esto representa el 62% de volumen perdido en la troza de 12 pies de largo.

Distribución. La distribución geográfica del "jaúl" cultivado en Costa Rica, se identifica con el área dedicada a la industria ganadera de lechería, la cual incluye partes de las provincias de San José, Cartago, Alajuela y Heredia. Ha sido difícil calcular el área cubierta por "jaúl" en el país, ya sea cultivado o establecido espontáneamente, debido a que se encuentra formando bosquetes muy pequeños y aislados.

Es de hacer notar que en los últimos años se están incrementando notablemente las plantaciones de "jaúl" debido a la utilización creciente de su madera.

Formando asociaciones naturales, a veces puras, se lo encuentra a lo largo de las numerosas corrientes de agua en los flancos sud-ocidentales de los sistemas Turrialba, Irazú, Poás y Barba. Standley (46) denomina "tierra templada" y "tierra fría" a la región de Costa Rica donde se dispersa el "jaúl".

Ecología. En la región estudiada, de acuerdo con los datos proporcionados por el Servicio Meteorológico, se tiene una precipitación pluvial anual de 3.097 mm. promedio (Cuadro 14) y las temperaturas extremas son 27°C y 4°C según se ve en los Cuadros 11 y 12.

No existen datos de humedad relativa ni nebulosidad. La presencia de neblina es casi constante en los meses de mayo a noviembre, especialmente durante las mañanas pero aún en los restantes meses se presentan frecuentes días nublados, de manera que las condiciones de luz no son óptimas. La elevada humedad atmosférica y edáfica son características de esta región.

— En los taludes de caminos y en derrumbes naturales que se producen en las quebradas, especialmente a orillas de riachuelos, la densidad de los brinzales es excepcional, y constituyen asociaciones puras donde no obstante la competencia, el grado de vitalidad es apreciable.

La pendiente en esta zona es muy variable, predominando los lomeríos con un 25% de pendiente y en las partes más altas, este porcentaje llega alrededor del 75%. Se trata de suelos jóvenes, profundos y sueltos, originados de cenizas volcánicas. En un talud, en Rancho Redondo, se ha observado una sección de más o menos 20 m. de longitud, con una profundidad de suelo de 8 m. como promedio. Tienen buena

Cuadro 11. TEMPERATURAS MAXIMAS ABSOLUTAS. ESTACION DE LAS NUBES*, SAN ISIDRO DE CORONADO. (Período 1938-1946). (°C)

	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946
Enero	-	19	20	23	22	21	21	21	21
Febrero	22	19	23	22	22	21	21	23	25
Marzo	25	22	25	27	22	24	24	21	25
Abril	22	21	23	23	25	25	25	24	27
Mayo	23	22	23	24	22	25	23	25	26
Junio	23	21	25	25	24	23	24	20	26
Julio	23	21	21	23	23	23	24	21	26
Agosto	22	23	23	24	24	25	24	24	20
Septiembre	21	22	23	23	23	22	22	23	24
Octubre	22	22	25	23	21	24	21	22	22
Noviembre	20	21	21	20	24	21	20	22	23
Diciembre	18	22	22	22	21	21	21	23	21
PROMEDIOS:	21.9	21.2	22.8	23.2	22.7	22.9	22.5	22.4	23.8

Cuadro 12. TEMPERATURAS MINIMAS PROMEDIOS. ESTACION DE LAS NUBES*, SAN ISIDRO DE CORONADO. (Período 1938-1946). (°C)

	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946
Enero	4	6	5	8	6	5	5	5	6
Febrero	4	4	4	7	6	5	5	5	5
Marzo	6	6	10	7	8	5	5	4	5
Abril	8	10	10	11	8	11	7	6	6
Mayo	11	10	12	12	12	10	7	6	8
Junio	15	11	10	9	10	12	10	10	7
Julio	10	9	9	10	9	8	10	9	8
Agosto	11	12	9	10	9	8	10	7	8
Septiembre	9	10	10	10	11	9	10	9	9
Octubre	10	10	10	8	13	9	8	8	10
Noviembre	12	8	12	8	8	7	6	7	7
Diciembre	7	8	6	8	7	8	6	6	6
PROMEDIOS:	8.9	8.6	8.9	9.0	8.9	8.0	7.4	6.8	7.0

* Altitud: 2.200 m. (7.216 pies)

Cuadro 13. No. DE DIAS CON LLUVIA POR AÑO, ESTACION DE LAS NUBES,*
SAN ISIDRO DE CORONADO. (Período 1938-1946).

	1941	1942	1943	1944	1945	1946
Enero	16	16	21	22	13	16
Febrero	22	14	19	10	9	8
Marzo	14	10	12	12	17	9
Abril	22	10	10	18	20	20
Mayo	27	30	26	24	23	28
Junio	23	22	30	25	21	24
Julio	25	19	27	21	27	27
Agosto	25	22	23	26	20	22
Septiembre	25	29	26	25	27	28
Octubre	24	27	27	28	29	23
Noviembre	24	18	24	26	22	25
Diciembre	16	19	19	24	17	26
TOTALES:	263	236	264	261	245	256
PROMEDIO:	252 días por año.					

Cuadro 14. PRECIPITACION PLUVIAL ANUAL, ESTACION DE LAS NUBES,*
SAN ISIDRO DE CORONADO. (Período 1938-1946).

	1941	1942	1943	1944	1945	1946
Enero	255	104	127	240	100	79
Febrero	66	90	113	103	45	21
Marzo	77	129	32	34	86	22
Abril	128	38	51	259	92	53
Mayo	464	589	477	364	447	312
Junio	294	338	514	643	270	236
Julio	391	164	290	190	366	247
Agosto	403	391	317	380	440	298
Septiembre	404	675	427	535	294	474
Octubre	251	509	254	374	279	422
Noviembre	600	274	682	965	441	444
Diciembre	111	227	246	829	120	279
TOTALES:	3,446	3,529	3,530	2,213	2,980	2,887
PROMEDIO:	3,097 mm. anuales.					

* Altitud: 2,200 m. (7.216 pies).

capacidad de drenaje.

El 100% del "jaúl" cultivado se encuentra en asociación con graminéas forrajeras ya sea para pastoreo o para corte. Las dos especies más cultivadas son Axonopus scoparius (Fluegge), Hitch. o "pasto imperial", y Pennisetum clandestinum, Hitch. o "kikuyo".

En su distribución natural, en cambio, constituye estrechas arboledas de ribera o bosquetes en sitios húmedos, a veces puros y la mayoría asociado con diversas plantas, de acuerdo a la altitud siendo las más frecuentes, especies del género Quercus, Escallonia, Vismia, Solanum; también son frecuentes Buddleia alpina, Weinmannia pinnata, Podocarpus oleifolius, P. montanus y muchas epífitas: orquídeas, líquenes y musgos.

La región de Costa Rica que Standley (46) denomina "tierra fría" y donde el "jaúl" tiene su habitat natural, presenta según este autor una composición florística muy similar y relacionada con la flora de los Andes sudamericanos.

Es una planta resistente a las bajas temperaturas, pues en las partes más elevadas de su distribución, arriba de los 2.500 m., (8.200 pies) se producen escarchas en horas del amanecer.

Se trata de una especie simbiote, aunque no se conoce exactamente la identidad del organismo formador de los nódulos radiculares.

La diseminación de las semillas es anemófila, al igual que la polinización y se han observado en algunas plantas casos de protoginia.

Entre los factores bióticos que afectan desfavorablemente las plantaciones, se encuentra en especial el ganado vacuno que causa daño porque se alimenta de las plantas, o por el hábito de restregarse

contra ellas o causar su destrucción por pisoteo.

Silvicultura. Llama la atención la gran capacidad de reproducción espontánea en esta especie y dicha característica adquiere su mayor expresión en los taludes y deslizamientos de terreno ya citados, o sea en suelos húmedos y de textura liviana.

Igualmente se observa reproducción natural muy satisfactoria en medio de las gramíneas cultivadas bajo sombra de "jaúl", pero sólo cuando los distanciamientos entre árboles son muy grandes; en estas condiciones el número de brinzales es por demás adecuado para establecer rodales de densidad normal. La única condición para que esta reproducción se lleve a cabo, es evitar los daños causados por el ganado, cercando convenientemente los potreros y teniendo cuidado con los brinzales al efectuar los cortes de forraje.

No se ha establecido la existencia de ningún vivero de "jaúl". La fuente de aprovisionamiento exclusivo de plantitas para la formación de los rodales, se localiza en los taludes y derrubios mencionados. En un talud con 80% de pendiente, en Rancho Redondo, se contaron como promedio por metro cuadrado, 20 brinzales, entre 3 meses y 1 año de edad.

Estos brinzales son desarraigados con facilidad y el sistema radicular no sufre daños debido a la textura de los suelos de su preferencia. Los finqueros utilizan plantas hasta de 2 años de edad, siendo lo más común de 3 y 6 meses, cuando tienen un altura de 0.30 a 0.90 m, (1-3 pies).

El trasplante lo hacen directamente del sitio original a la plantación definitiva, y casi siempre con cepellón; a raíz desnuda

preferentemente cuando son muy pequeñas. Existe un rodal en Las Nubes establecido con plántones de 1.50 a 2 m. (5-6 pies) de altura donde se han perdido el 20%.

La época de plantación es muy amplia, pues comprende toda la estación lluviosa, que normalmente dura de mayo a noviembre. Las distancias son totalmente variadas, pero predominan los grandes distanciamientos, que oscilan entre 4 y 17 m. (13-55 pies).

Una vez plantados los arbolitos, se protegen con cercas individuales cuando se trata de potreros, para evitar que el ganado los destruya.

Algunos finqueros acostumbran abonar sus pastizales, mezclando en las aguas de desecho de los establos, estiércol del mismo ganado, con lo cual indirectamente fertilizan los rodales.

La práctica de la poda, realizada en la mayoría de los casos, está ~~condicionada a regular el sombreaje~~ de los pastos. Por esta razón a menudo, además de muy intensa, es mal realizada y se practica cuando la poda no tiene ya ninguna influencia en el crecimiento sino exclusivamente en el grado de sombreaje.

En rodales densos se observa desrame natural y ausencia de regeneración interna.

Se trata de una planta de dispersión anemófila y muy prolífica en cuanto al número de semillas; un árbol adulto se estimó que producía alrededor de 300.000 nueces o semillas, calculando 6.000 conos en el árbol y de varios conos se extrajeron 50 semillas como promedio. Estas semillas están provistas de un dispositivo de diseminación en forma de aletas.

La germinación es epígea. Los cotiledones son ovales de 3 a 6 mm. de longitud, tomentosos, de color verde, a veces de tonos rojizos.

Aunque las épocas de floración son algo variables y amplias, este fenómeno se acentúa en los meses de marzo, abril y mayo. Al lignificarse los conos, se separan sus brácteas y las semillas ya maduras se van desprendiendo aunque algunas persisten, pues se han encontrado semillas en conos del año anterior.

No obstante tratarse de una especie decidua, la caída de hojas no se realiza completamente en una época determinada sino a través de todo el año, y la hojarasca llega a cubrir a veces totalmente el suelo. La defoliación se acentúa en el período seco, diciembre-abril.

Algunas muestras de hojas con lesiones aparentemente causadas por hongos, examinadas en el laboratorio resultaron debidas al ataque de insectos.

En los meses de mayo y junio, se observa la presencia de insectos que se alimentan de las hojas, dejándolas reducidas a las nervaduras. Los especímenes colectados se identificaron como Faula brunneipennis Bates., Orden Coleoptera, Familia Scarabaeidae, y Nodonota irazuensis Jac., Orden Coleoptera, Familia Chrysomelidae.*

Ambas especies en su fase larval, viven en el suelo, alimentándose de raíces de plantas y los adultos emergen en los meses de mayo y junio. Los daños causados no son serios, pues la planta rápidamente repone su sistema foliar y además, el tiempo que dura el ataque de

* Identificados por el Sr. Alvaro Cordero Rojas. Ministerio de Agricultura e Industrias, Sección de Entomología.

estos insectos se reduce a esos dos meses.

No se ha comprobado ningún organismo causante de lesiones en la corteza o en la madera a excepción de la podredumbre en árboles extra maduros.

Fijación de nitrógeno. Los porcentajes de nitrógeno total contenido en nódulos radiculares, hojas y raíces, aparecen en el Cuadro 15.

La presencia de nódulos radiculares, es mayor en plantas jóvenes y ocurre con más frecuencia en los suelos de taludes; en cambio, en terrenos llanos donde el suelo es más compacto, su presencia disminuye notoriamente.

Durante todo el año, se observa en los rodales de "jaúl", gran cantidad de hojarasca. Se demarcaron al azar superficies de 1 m² (10.7 p²) cada 10 m. (33 pies) en todas direcciones, y después de contar el número de hojas enteras en 20 cuadros, se hallaron como promedio, 107 hojas por m², quedando además un número apreciable de hojas, ramillas y conos en distintos grados de descomposición. El proceso de degradación de esta materia orgánica, hojas sobre todo, parece ser muy rápido.

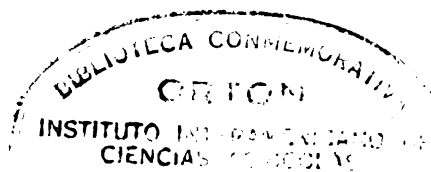
Aunque no se han realizado mediciones comparativas de peso y calidad de los forrajes producidos a campo abierto y bajo sombra de "jaúl", los finqueros afirman que el rendimiento es mayor bajo cubierta, atribuyendo esta mayor producción al sombreaje de "jaúl".

Los cortes de forraje no se realizan periódicamente sino que dependen de las necesidades de alimentación del ganado lechero estabulado. Un ganadero expresó haber realizado 6 cortes en un año con un

Cuadro 15. ANALISIS* DE NITROGENO TOTAL EN A. jorullensis HBK.
San Isidro de Coronado
(Junio, 1956)

Descripción de la muestra Número	Organo	Porcentaje de Nitrógeno Total		
		Duplicados:	Promedio:	
1	Hojas	3.17	3.20	3.19
1	Nódulos	2.64	2.63	2.64
2	Hojas	3.24	3.26	3.25
2	Nódulos	1.97	2.01	1.99
2	Raíces	0.82	0.82	0.82
3	Hojas	2.73	2.73	2.73
3	Nódulos	1.89	1.92	1.91
3	Raíces	0.64	0.66	0.65
4	Hojas	3.26	3.30	3.28
4	Nódulos	2.07	2.04	2.06
4	Raíces	0.88	0.90	0.89
5	Hojas	3.07	3.09	3.08
5	Nódulos	2.19	2.22	2.21
5	Raíces	1.10	1.13	1.12
6	Hojas	2.85	2.85	2.85
6	Nódulos	2.45	2.46	2.46
6	Raíces	0.77	0.79	0.78
7	Raíces	0.76	0.76	0.76
8	Hojas	2.77	2.68	2.73
8	Nódulos	1.77	1.79	1.78
8	Raíces	0.86	0.90	0.88
9	Nódulos	2.09	2.13	2.11
9	Raíces	0.68	0.60	0.64
10	Nódulos	1.95	1.91	1.93
10	Raíces	0.72	0.69	0.70
PROMEDIOS:		Hojas	Nódulos	Raíces
% N total		3.01	2.12	0.80

* Método Microkjeldahl.



rendimiento de 35 toneladas métricas de pasto verde, por manzana.

Utilización. Debido a los considerables distanciamientos entre los árboles, al realizarse el derribe de éstos, los que quedan en pie no sufren daños. La altura de corte es satisfactoria, debido a la buena forma del fuste que permite un corte bajo; sin embargo, especialmente donde la topografía es escarpada, hay tendencia a dejar to cones innecesariamente altos.

En 20 árboles cortados con hacha, con una variación diamétrica de 12.9 a 33.2 pulgadas de DAP., el promedio de la altura de tocón fue de 1.7 pies. En 8 árboles cortados con una pequeña sierra de ca dena a motor, la altura promedio de tocón fue de 0.6 pies, teniendo estos árboles un DAP. entre 12.9 y 20.6 pulgadas.

La explotación o corte, se realiza durante todo el año y no hay épocas limitadas por condiciones climáticas o desperfecto de caminos como sucede con las especies del bosque tropical pluvial. Sin embar go, también los agricultores de la región estudiada, al igual que en otros países del trópico americano, sostienen la creencia de que no deben cortarse los árboles en el período de luna creciente. Al res pecto, no existen investigaciones que hayan dilucidado satisfactoria mente esta cuestión.

Las carreteras en esta región son transitables todo el año y las distancias al mercado, pequeñas.

Las prácticas antieconómicas empiezan cuando el hachero, realiza la división del fuste caído en "tucas" o secciones de 4 varas (11 a 12 pies, de acuerdo a la longitud de la "trompa"). Invariablemente, para cortar cada "tuca", realiza un desbaste en un extremo de la troza,

de modo que asuma una forma cupular más o menos alargada, denominada "trompa". En ella se realiza una perforación donde se enganchará la cadena para arrastrar la troza utilizando bueyes. La "trompa" se ha ce para facilitar el deslizamiento de la troza al ser arrastrada.

Se midieron 12 trozas o "tucas", y en el Cuadro 16 aparece calculado el porcentaje de volumen desperdiciado por concepto de estas "trompas", en relación al volumen cúbico.

En general, las tablas que se obtienen en el aserradero, tienen menos de una pulgada de espesor, generalmente 3/8 de pulgada. Ello se explica por la utilización principal de esta madera en la fabricación de cajones.

Existen en la zona de producción varios aserraderos que trabajan casi únicamente con esta especie. En cuanto al consumo de esta madera en Costa Rica, en los Cuadros 17 y 18, se dan las cifras correspondientes a los años 1951 y 1953 (27, 12).

Localmente, en la zona lechera esta madera se utiliza en la fabricación de muebles así como en construcciones. Muchas viviendas se construyen en gran parte con esta madera, especialmente los interiores, piso y sobre todo, cerchas. En cuanto a la duración de este material de construcción, existen casas construídas y conservadas en perfectas condiciones desde hacen 40 años.

El aserrín es empleado en los establos de la región para camas del ganado lechero.

Análisis de taninos. De acuerdo a las reacciones cualitativas obtenidas con los distintos reactivos usados, los taninos de la corteza de "jaúl" corresponden al grupo catequínico. Los resultados

Cuadro 16. VOLUMEN DE MADERA DESPERDICIAO EN CADA TROZA CON LA PRACTICA DEL "TUQUEO".
A. jorullensis HBK. Costa Rica

No. de trozas	Díámetro medio de troza	Area basal	Long. total troza*	Volumen troza 100%	Long. "trompa"	Vol. de "trompa"	Relación vol. trompa respecto a vol. troza
No.	pulg.	pies ²	pies	pies ³	pies	pies ³	%
1	14.6	1.163	12.2	14.18	0.9	1.04	7.0
2	16.0	1.396	12.2	17.03	1.0	1.39	8.2
3	17.6	1.689	12.3	20.75	1.1	1.85	9.1
4	17.7	1.709	12.5	21.36	1.3	2.22	10.3
5	18.0	1.767	12.7	22.44	1.4	2.47	11.2
6	18.4	1.847	12.5	23.08	1.3	2.40	10.4
7	20.4	2.270	12.5	28.37	1.5	3.40	12.0
8	22.0	2.640	12.4	32.73	1.5	3.96	12.2
9	23.5	3.012	12.8	38.55	1.5	4.51	11.6
10	26.9	3.947	13.1	51.70	1.6	6.31	12.2
11	27.3	4.065	13.4	54.47	1.7	6.91	12.7
12	28.6	4.461	12.6	56.20	1.6	7.13	12.6
PROMEDIOS:			12.6				10.8

* Incluyendo la longitud de la "trompa".

Cuadro 17. ESPECIES Y CANTIDAD* DE MADERA ASERRADA EN COSTA RICA.
(Año 1951)

Nombre común	Nombre botánico	Cantidad pulg. **
1. Pochote	<u>Bombacopsis quinatum</u>	3.736.225
2. Laurel	<u>Cordia alliodora</u>	2.494.932
3. Espavel	<u>Anacardium excelsum</u>	2.152.612
4. Cedro	<u>Cedrela spp.</u>	2.014.490
5. Iras	<u>Lauraceae</u>	1.187.829
6. Cenízaro	<u>Pithecolobium saman</u>	791.524
7. Surá (guayabón)	<u>Terminalia chiriquensis</u>	765.693
8. Balsa	<u>Ochroma lagopus</u>	734.402
9. JAUL	† <u>Alnus jorullensis</u>	725.301
10. Cedro macho	<u>Carapa guianensis</u>	688.422
11. Gavilán	<u>Pentaclethra macroloba</u>	501.074
12. Guanacaste	<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	463.102
13. Campano	<u>Laplacea semiserrata</u>	374.328
14. María	<u>Calophyllum brasilense</u>	263.902
15. Roble	<u>Quercus sp.</u>	243.173
16. Cachimbo (Cristóbal)	<u>Platimiscium spp.</u>	229.818
17. Caoba	<u>Swietenia macrophylla</u>	216.371
18. Copal	<u>Protium sp.</u>	157.063
19. Guayacán	<u>Tabebuia chrysantha ?</u>	152.720
20. Ciprés	<u>Cupressus spp.</u>	136.048
21. Fruta dorada	<u>Virola sp.</u>	133.487
22. Quizarrá	<u>Lauraceae</u>	132.908
23. Roble negro	<u>Quercus sp.</u>	116.202
24. Pilon	<u>Hieronyma alchorneoides</u>	112.617
25. Quina	<u>Nectandra glabrescens</u>	105.333
26. Roble sabana	<u>Tabebuia pentaphylla</u>	102.830

* Se incluyen sólo las especies que superan las 100.000 pulgadas madereras aserradas.

** "pulgada maderera": medida de volumen usada en Costa Rica, equivalente a 11/12 de pie cuadrado.

Cuadro 18. ESPECIES Y CANTIDAD* DE MADERA ASERRADA EN COSTA RICA.
(Año 1953)

Nombre común	Nombre botánico	Cantidad pulg
1. Laurel	<u>Cordia alliodora</u>	9.610.386
2. Ira	<u>Lauraceae</u>	9.095.168
3. Pochote	<u>Bombacopsis quinatum</u>	5.288.665
4. Cedro	<u>Cedrela spp.</u>	4.696.656
5. Espavel	<u>Anacardium excelsum</u>	2.338.961
6. Roble	<u>Quercus spp.</u>	1.293.724
7. Balsa	<u>Ochroma lagopus</u>	1.053.633
8. Gavilán	<u>Pentaclethra macroloba</u>	920.591
9. Campano	<u>Laplacea spp.</u>	869.173
10. Cedro macho	<u>Carapa guianensis</u>	836.616
11. Anonillo	<u>Rollinia microsepala</u>	677.704
12. Cenízaro	<u>Pithecolobium saman</u>	643.515
13. Cristóbal (Cachimbo)	<u>Platimiscium spp.</u>	618.173
14. Guanacaste	<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	546.191
15. Espino	?	490.747
16. Quina	<u>Nectandra glabrescens</u>	486.720
17. Surá (Guayabón)	<u>Terminalia chiriquensis</u>	486.420
18. JAUL	<u>Alnus jorullensis</u>	474.363
19. María	<u>Calophyllum brasilense</u>	407.886
20. Pílón	<u>Hieronyma alchorneoides</u>	359.104
21. Fruta dorada	<u>Virola spp.</u>	344.145
22. Lagarto	<u>Zanthoxylum spp.</u>	313.229
23. Aceituno	<u>Simaruba glauca</u>	306.449
24. Cedrillo	?	302.107
25. Quizarrá	<u>Lauraceae</u>	268.036
26. Roble negro	<u>Quercus spp.</u>	255.357
27. Caoba	<u>Swietenia macrophylla</u>	253.826
28. Escobo	?	226.961
29. Ciprés	<u>Cupressus spp.</u>	181.286
30. Guayacán	<u>Tabebuia chrysantha ?</u>	173.039
31. Cipresillo	<u>Podocarpus spp.</u>	121.681
32. Pejivallito	?	117.044
33. Corteza	?	115.330
34. Copal	<u>Protium spp.</u>	108.993
35. Almendro	<u>Leguminosae</u>	103.448

* Se incluyen sólo las especies que superan las 100.000 pulgadas madereras aserradas.

fueron los siguientes:

<u>Reactivo</u>	<u>Reacción</u>
Alumbre de hierro.	ppdo. laca verde
Acetato de plomo	ppdo. pardo
Acido acético-acetato de plomo.	no hay ppdo.
Prueba de Stiasny.	ppdo. pardo copioso anaranjado

Al mismo grupo pertenecen las sustancias tánicas contenidas en "quebracho" (Schinopsis balansae) y "mangle" (Rhizophora mangle).

El resultado de los análisis cuantitativos se expone en el Cuadro 6.

Volumen de corteza. Los datos usados para calcular el valor constante "k" y el resultado correspondiente se detallan en el Cuadro 19.

Cuadro 19. DIAMETRO Y ESPESOR DE CORTEZA DE 50 TROZAS*
DE A. jorullensis HBK.
San Isidro de Coronado

P r i m e r a t r o z a			C u a r t a t r o z a		
D*	2E**	d***	D	2E	d
pulg.	pulg.	pulg.	pulg.	pulg.	pulg.
12.2	0.5	11.7	11.5	0.3	11.2
12.5	0.4	12.1	11.8	0.3	11.5
12.9	0.3	12.6	11.9	0.4	11.5
13.8	0.4	13.4	12.0	0.4	11.6
14.0	0.4	13.6	12.0	0.3	11.7
14.0	0.3	13.7	12.0	0.4	11.6
14.1	0.5	13.6	12.2	0.3	11.9
14.1	0.4	13.7	13.0	0.4	12.6
14.8	0.4	14.4	13.4	0.4	13.0
14.8	0.6	14.2	13.8	0.5	13.3
15.9	0.5	14.4	14.9	0.4	14.5
16.9	0.9	16.0	15.0	0.4	14.6
17.5	0.5	17.0	15.4	0.7	14.7
18.2	0.7	17.5	16.6	0.5	16.1
18.2	0.5	17.7	16.9	0.4	16.5
22.0	0.5	21.5	18.4	0.4	18.0
23.7	1.4	22.3	20.1	1.2	18.9
23.7	0.7	23.0	21.3	0.7	20.6
24.0	1.3	22.7	22.0	0.5	21.5
24.0	0.8	23.2	22.1	0.8	21.3
24.6	0.9	23.7	23.2	1.2	22.0
27.5	0.8	26.7	25.0	0.8	24.2
31.4	1.5	29.9	28.2	0.9	27.3
32.6	1.0	31.6	30.2	0.9	29.3
33.2	1.0	32.2	30.3	1.2	29.1
<hr/>		<hr/>	<hr/>		<hr/>
490.6		472.4	443.2		428.5

* D = diámetro con corteza a la mitad de la troza.

** 2E = doble espesor de corteza.

*** d = diámetro sin corteza a la mitad de la troza.

$$k = \frac{472.4}{490.6} = 0.96$$

$$k = \frac{428.5}{443.2} = 0.96$$

Tanto la primera como la cuarta trozas, pertenecen al mismo fuste.

Cuadro 20. TABLA LOCAL DE VOLUMENES PARA A. jorullensis HBK.
San Isidro de Coronado.

D.A.P.	Volumen por árbol	D.A.P.	Volumen por árbol
pulg.	pies ³	pulg.	pies ³
6	4.86	20	67.60
7	6.74	21	76.65
8	8.00	22	87.00
9	10.55	23	97.85
10	13.00	24	109.00
11	15.50	25	120.05
12	19.00	26	133.00
13	23.00	27	145.50
14	27.95	28	158.40
15	33.10	29	172.00
16	39.65	30	185.00
17	45.85	31	201.00
18	52.55	32	217.00
19	59.85	33	237.00

Se excluye el volumen del tocón y el volumen del fuste situado por encima de las 10 pulgadas, fijadas como diámetro comercial mínimo.

Los volúmenes calculados incluyen el volumen de corteza.

Altura de tocón: 1.5 pies.

Cuadro 21. INCREMENTO DIAMETRICO ANUAL PROMEDIO*
POR CADA CLASE DIAMETRICA
A. jorullensis HBK.
Costa Rica

D.A.P.	Incremento diamétrico	D.A.P.	Incremento diamétrico
pulg.	pulg.	pulg.	pulg.
3.0	1.53	16.0	1.01
4.0	1.51	17.0	0.97
5.0	1.45	18.0	0.93
6.0	1.41	19.0	0.89
7.0	1.37	20.0	0.85
8.0	1.33	21.0	0.81
9.0	1.29	22.0	0.77
10.0	1.25	23.0	0.73
11.0	1.21	24.0	0.69
12.0	1.17	25.0	0.65
13.0	1.13	26.0	0.61
14.0	1.08	27.0	0.57
15.0	1.05	28.0	0.53

* Incrementos deducidos del Gráfico 5.

Cuadro 22. ALGUNAS DETERMINACIONES DENDROMETRICAS EN 25 ARBOLES DE A. Jorullensis HBK.
 San Isidro de Coronado. (1955-1956)

No.	D.A.P.	Altura total	Altura comercial	Relación total/comercial	Altura total/altura comercial	Relación alt. comercial	Vol. con corteza	Vol. de corteza	Relación vol. za/vol. corteza	Relación con corteza	Clase de forma	Coefi. de mórfitico	No. de trozas de 16'		
pulg.	pies	pies	pies	%	%	%	pies ³	pies ³	%	%	%	%			
1	12.2	57	24	42	19.16	1.010	5.27	84	67	1.50					
2	12.9	66	36	54	23.92	1.400	5.85	89	73	2.25					
3	12.9	67	32	48	22.70	1.020	4.49	85	78	2.00					
4	13.0	71	36	51	27.65	1.536	5.55	85	83	2.25					
5	13.2	66	32	48	23.12	1.008	4.35	82	76	2.00					
6	13.6	66	40	61	30.04	1.528	5.08	87	74	2.50					
7	13.6	70	40	57	32.92	1.812	5.50	90	81	2.50					
8	13.7	70	36	51	27.72	1.644	5.92	85	75	2.25					
9	13.8	65	40	61	33.28	2.132	6.40	93	80	2.50					
10	14.8	72	44	61	39.12	2.612	6.67	88	74	2.75					
11	15.9	84	48	57	45.50	3.952	8.68	91	69	3.00					
12	16.9	104	68	65	74.66	6.644	8.91	89	65	4.25					
13	18.0	80	48	60	51.52	2.800	5.43	81	61	3.00					
14	18.2	90	56	62	66.56	4.044	6.07	88	66	3.50					
15	18.2	92	56	61	67.62	3.444	5.09	89	67	3.50					
16	20.9	85	64	75	87.64	4.164	4.75	85	57	4.00					
17	23.0	115	72	63	110.15	11.908	10.80	85	63	4.50					
18	23.7	77	48	62	98.25	4.492	4.57	87	67	3.00					
19	24.0	120	80	67	161.05	15.676	9.73	91	64	5.00					
20	25.2	99	68	69	129.23	9.710	7.51	85	55	4.25					
21	26.6	104	72	69	141.02	10.910	7.73	81	65	4.50					
22	28.0	112	76	68	176.74	11.360	6.42	89	54	4.75					
23	31.4	85	60	70	176.94	15.588	8.80	90	55	3.75					
24	32.6	120	88	73	237.77	16.712	7.02	81	47	5.50					
25	33.2	132	88	67	260.60	17.476	6.70	85	49	5.50					
PROMEDIOS:												61	67	6.53	87

DISCUSION

Botánica. Morfológicamente no se han observado diferencias notorias que pudieran implicar diversidad de especies de Alnus, en Costa Rica. La literatura consultada demuestra por otra parte, que las distintas especies de este género distribuidas en la América Tropical, tienen características muy similares. Podríamos decir que se trata de especies vicariantes, o sea especies íntimamente relacionadas en la taxonomía, pero de ecología diferente.

Esta variación de condiciones ecológicas puede ser, entre otras causas, el origen de las diferencias morfológicas en que los taxónomos fundamentan su criterio para describir tantas especies. Sin embargo, dichas diferenciaciones de forma se refieren a caracteres botánicos relativamente poco conspicuos, tales como forma de hojas, nervaduras pubescentes o glabras, color de la corteza, envés de hoja pubescente o glabro, etc. que son usados en las claves como únicos caracteres diferenciales.

Otra probable explicación de esta morfología diferente sería la hibridación aludida por algunos autores. McVean (29), cita el híbrido artificial A. glutinosa x A. rugosa - A. fiekii Callier y no existen razones para dudar que este cruzamiento deje de producirse en condiciones naturales.

Finalmente, desde el punto de vista estrictamente forestal, estas pequeñas variaciones de forma no interesan tanto como sus hábitos silviculturales y las características de la madera. Ambos caracteres en las especies de Alnus son muy similares en América Tropical y aún A. rubra

Bong. de Estados Unidos muestra estas afinidades con los Alnus tropicales, (30).

De acuerdo a la literatura consultada, A. jorullensis HBK. resulta ser la especie más ampliamente distribuida en el trópico americano, siendo mencionada en varios países en forma exclusiva y en extensiones considerables.

Resumiendo dicha bibliografía, A. jorullensis HBK., es citada en los siguientes países en forma exclusiva:

En Argentina, por: Hueck (24), Parodi (34), Castellanos (11), Rohmeder (45) y Cabrera (9).

En Bolivia, por: Cárdenas (10) y Braun (7).

En Colombia, por: Pérez Arbelaez (35).

En Ecuador, por: Holdridge y colaboradores (23) y Diels (14).

En Perú, por: Weberbauer (56), Macbride (28) y Herrera (19).

No se han encontrado citas de otras especies en estos 5 países.

Agreguemos que Bailey (3) señala a A. jorullensis como especie centroamericana. En los restantes países si bien se mencionan otras especies, también es citada A. jorullensis de la siguiente manera:

En Guatemala: Standley y Steyermark (47) expresan que A. ferruginea sería sólo una variedad pubescente de la "ampliamente distribuida A. jorullensis" observada en aquel país.

En México: los mismos autores se refieren a A. jorullensis expresando que se trata de una especie típicamente mejicana. Hueck (24) afirma que la distribución de esta especie empieza en México y se extiende hasta Argentina.

En Venezuela: Pittier y colaboradores (37) citan sólo dos especies

en este país, A. ferruginea y A. Mirbelii. Ya señalamos que la primera sería, de acuerdo a Standley y Steyermark (47) sólo una variedad de A. jorullensis.

En Costa Rica: es citada la especie A. acuminata HBK. únicamente por Standley (46), aunque incurriendo en la contradicción ya anotada, y por Holdridge (21).

Por consiguiente, podemos decir que la especie A. acuminata HBK. citada en Costa Rica como especie diferente, constituye sólo un caso de sinonimia de A. jorullensis HBK.

Ecología. Los requerimientos de humedad, sobre todo edáfica, de esta planta en la zona estudiada, la sitúan entre las especies hidrofíticas. La humedad atmosférica elevada, parece también favorecerle.

Esta característica se demuestra en la región de Las Palmas contigua a San Isidro de Coronado y que presenta condiciones similares de temperatura, precipitación y origen de suelo pero donde el drenaje es pésimo, lo cual determina la ausencia de rodales de "jaúl" naturales o artificiales. Se hallan algunos ejemplares aislados a orillas de las corrientes de agua.

En general, la calidad de los suelos donde se distribuye esta especie en Costa Rica, es excelente, especialmente en las faldas sudoccidentales de los volcanes citados, llamada también "zona lechera del norte". En cambio, en los Andes sudamericanos, por lo menos en Argentina, Bolivia y Perú así como en Guatemala, en Centro América, las condiciones de suelo son inferiores a las de Costa Rica, ya que se trata de suelos menos fértiles y de menor profundidad.

Los registros climáticos que aparecen en los Cuadros 11, 12, 13

y 14, se refieren a la estación meteorológica de Las Nubes, situada a 2.200 m. (7.200 pies) de altitud y corresponde a la zona donde se ha efectuado la mayor parte del presente estudio.

De ellos se deduce que el "jaúl" recibe como promedio anual, 3.097 mm. de agua en forma de lluvia distribuida durante 252 días (Cuadro 13) como promedio en cada año, (datos de 1941 a 1946).

En cuanto a las temperaturas, la mínima mensual promedio registrada desde 1938 a 1946, corresponde a 5.0°C, en el mes de febrero. La máxima mensual absoluta es de 23.8°C registrada en los meses de marzo y abril, en el mismo período, 1941-1946.

La mínima anual promedio es de 8.1°C y la máxima absoluta anual promedio, 22.5°C. Ambos datos para el período 1938-1946.

Aunque no existen registros de mínimas absolutas, es indudable que ya a partir de la altitud de la estación Las Nubes, se deben producir temperaturas de 0°C o algo más bajas, pues se han observado signos de escarcha en los meses de enero y febrero. Esto demuestra la gran amplitud térmica en que esta planta puede crecer y desarrollarse.

La zona cafetera y algo de la dedicada a caña de azúcar, constituyen su límite ecológico inferior expresado en cultivos y el límite superior lo constituye una zona de transición que comprende partes de las fajas Montano y Sub-Alpina del sistema de clasificación climática de Holdridge (22).

En Costa Rica la altitud óptima para su crecimiento y desarrollo parece estar entre 1.500 y 2.500 m.

A medida que va ascendiendo en su distribución altitudinal, se

nota un menor crecimiento tanto en altura como en diámetro y aún se observa disminución en el tamaño de las hojas. Además, es notorio que con el aumento de altitud, los suelos son menos profundos debido a las mayores pendientes.

El grado de sociabilidad del "jaúl" en asociaciones naturales densas, está vinculado en especial a las condiciones edáficas que encuentren las semillas al dispersarse. Si hallan suelos de textura liviana, estructura migajosa o granular y con humedad adecuada, en áreas descubiertas, se originan densas y pequeñas "manchas" de "jaúl" puras. Estas "manchas" cuando llegan a la madurez, son fáciles de identificar aún desde grandes distancias por el tenue colorido grisáceo de su vuelo superior que contrasta con el verde de la vegetación circundante. Es en su edad adulta cuando la competencia parece serle desfavorable porque raras veces se le encuentra en asociaciones naturales muy densas, climáticas, vegetando con otras especies.

No obstante, en San Isidro de Coronado existe un pequeño rodal artificial mixto muy denso de "jaúl" y ciprés (Cupressus sp.). Tanto el crecimiento diamétrico como el de altura, parecen deficientes en ambas especies a pesar de la edad de aproximadamente 22 años.

En cuanto a la topografía de esta región, ya dijimos que predominan los lomeríos y terrenos quebrados con un promedio de 5 a 50% de pendiente. Esto significa que en la mayoría de los casos deben seguirse prácticas de conservación de suelos, no sólo por las fuertes pendientes sino por la composición física de sus suelos que se traducen a veces en deslizamientos y derrumbes.

Silvicultura. La ausencia de regeneración interna, así como el desrame natural observado en rodales densos, inducen a calificar al "jaúl" como especie intolerante. Pero este carácter debe interpretarse en función de las condiciones de luz que en general son deficientes en esta región debido a la presencia de neblina y alto grado de nebulosidad, que predominan casi todo el año.

Reproducción natural: la formación de densas asociaciones en los taludes y deslizamientos en orillas de riachuelos, está determinada por las características físicas de estos suelos: textura arenarcillosa, y estructura granular, lo cual implica una buena permeabilidad respecto al agua y aire. Estas condiciones edáficas parecen constituir un habitat indispensable para la germinación de las semillas.

Igualmente satisfactoria, aunque no tan abundante reproducción natural se ha comprobado en medio de las gramíneas cultivadas, en especial Axonopus scoparius, "pasto imperial", lo cual se explica por la retención de humedad edáfica por parte de esta gramínea, que además no interfiere la iluminación adecuada debido a la forma lineal de sus hojas.

Esta modalidad de reproducción tiene en la germinación su etapa crítica, pero no tratándose de suelos compactos y carentes de humedad, queda asegurada la reproducción con un número de plantas suficiente para establecer rodales de densidad normal y aún extradensos, susceptibles de aclareos posteriores.

En cambio la reproducción natural es nula en los campos cubiertos por "kikuyo" (Pennisetum clandestinum) aun en sitios abiertos.

La explicación radica seguramente en que el sistema radicular estolonífero de esta gramínea invasora, no permite la germinación de las se millas de "jaúl".

Reproducción artificial: en este tipo de regeneración, utilizando brinzales silvestres, el trasplante a raíz desnuda da buenos resultados por el fácil desarraigo de las plantitas que no deteriora el sistema radicular debido a la textura liviana de los suelos donde vegetan. Este método debería generalizarse aunque teniendo cuidado especial en no dañar las raíces y de plantar lo antes posible luego de extraídos los brinzales.

La plantación con cepellón es más eficaz, porque en todos los rodales observados, donde se ha seguido este procedimiento las plantas han sobrevivido casi en un 100%. Este sistema es menos económico por el aumento de gastos de transporte. Además, la contínua remoción de la capa superior del suelo, disminuye la posibilidad de formación de futuros viveros naturales en condiciones adecuadas.

En cuanto a la altura de planta más adecuada, comparando el aspecto general de 7 rodales establecidos en San Isidro de Coronado, con plantas de 0.30 a 2.50 m. (1-8 pies) de altura, los de mejor apariencia en vigor y uniformidad resultaron ser los plantados entre 0.40 y 0.90 m. (1-3 pies) de altura. Corresponden a una edad aproximada de 3 a 8 meses.

Las épocas de plantación elegidas son oportunas porque coinciden con la estación lluviosa y con los meses de temperatura más elevada. Como se trata de una especie exigente en humedad, sería recomendable realizar las plantaciones cuando se inician las lluvias con objeto de

que el sistema radicular se desarrolle vigorosamente, durante toda la estación lluviosa asegurando así la supervivencia de la planta.

Crecimiento y distanciamientos: los distanciamientos entre árboles dependerán de la finalidad del rodal a establecer. Se debe diferenciar entre plantación destinada al sombreaje de pastos o si se pretende formar rodales de densidad normal.

En el primer caso y de acuerdo al análisis de los crecimientos en diámetro, volumen y altura de los 4 lotes estudiados (Cuadro 1) se concluye:

- a) Que los distanciamientos mayores de 50 pies (15 m.) entre plantas, (lote Pinto) estimulan notablemente el incremento diamétrico aunque en perjuicio del crecimiento en altura. Este lote tiene 11 años de edad, un DAP. promedio de 15.6 pulgadas y 51 pies de altura total promedio.
- b) Que los distanciamientos en el lote Vargas de 20 x 20 pies (6 x 6 m.) que se han conservado hasta la edad actual de 32 años, conducen a un crecimiento desproporcionado: exagerado en altura y muy reducido en diámetro, determinando alrededor de los 22 años un estancamiento de ambos crecimientos. Además, no se practicaron aclareos oportunos y se observa evidente desequilibrio entre volumen de copa y altura total. Este lote tiene 32 años de edad, 16.7 pulgadas de DAP. promedio y 97 pies (30 m.) de altura total promedio. La altura de copa es apenas de 15 pies (4.5 m.) en promedio.
- c) Que los distanciamientos del lote Volio, 26 x 26 pies, (8 x 8 m.) presentan desventaja tanto para sombreaje como para

producción de madera. A los 10 años de edad se hizo necesario un aclareo del 42.4% del área basimétrica total, con objeto de disminuir el grado de sombreaje, entresacándose 19 de los 45 árboles originales o sea el 42%.

El DAP. promedio del rodal original era de 12.9 pulgadas y el de los árboles entresacados, 13.0 pulgadas. Silviculturalmente este aclareo no se justifica y resulta además antieconómico ya que de acuerdo a la Tabla Local de Volúmenes un árbol de 13 pulgadas de DAP. rinde 23 pies cúbicos. Esto representa 189 pies cúbicos/año/acre en este lote de 10 años de edad.

- c) Que un distanciamiento conveniente desde el punto de vista mixto, o sea sombreaje y producción de madera, sería el del lote Municipal, 34 x 34 pies (14 x 14 varas ó 10 x 10 m.).

En este caso serían necesarias plantaciones intermedias periódicas para obtener un rendimiento sostenido. Este espaciamento ha dado lugar a un buen desarrollo de las copas, originando un crecimiento equilibrado en diámetro y altura. En cuanto a la intensidad de sombra si bien puede resultar algo excesiva, es posible graduarla mediante podas oportunas.

Tratándose del establecimiento de rodales de densidad normal, las distancias deben disminuirse mucho; se han observado bosquetes naturales de ribera, de buena apariencia general, con distanciamiento promedio de 16 pies, (5 m.), un DAP. de 20 pulgadas y altura total de 90 pies, promedios. Todos los árboles eran codominantes y el desarrollo de las copas, proporcionado a las alturas totales. Aquí, de acuerdo a lo observado en el lote Vargas, hay razones para suponer que en

estas condiciones de distanciamiento y edad, aproximadamente se iniciará el estancamiento del rodal. En rodales de densidad normal, el cultivo de pasturas sería descartado.

Poda: Desde el punto de vista forestal, la poda tiene por objeto aumentar la calidad del producto final a obtenerse y se justifica más cuando las ramas a eliminarse ya no contribuyen al crecimiento del árbol. En general, según Hawley (18) las especies de crecimiento rápido cicatrizan más rápidamente las heridas producidas por esta práctica y aún más cuando se podan ramas vivas que muertas.

Debido a que las podas practicadas actualmente en "jauíl", no tienen como finalidad mejorar la calidad de la madera sino simplemente regular el sombreaje, son explicables los malos métodos, la edad inadecuada e intensidades excesivas practicadas por los finqueros.

Algunos agricultores podan hasta un 70% de la parte inferior de la copa, dejando a veces fragmentos de rama demasiado largos (Fig. 9), hasta de 2 pies de longitud y se han observado ramas podadas de 5 pulgadas de diámetro. Si bien este diámetro justifica su eliminación, los nudos que producen son muy grandes y las heridas, difíciles de cicatrizar.

Sería recomendable realizar podas moderadas, alrededor del 40%, para no retardar sobre todo el crecimiento diamétrico. Las podas severas (75%) parecen entorpecer marcadamente el incremento diamétrico, de acuerdo a los casos observados; en cambio el crecimiento en altura se muestra normal. Igual conclusión surge al analizar las características del rodal Vargas, aunque en este caso la poda fue natural.

Si la rotación calculada es alrededor de 20 años, sería

aconsejable podar entre los 4 y 12 años de edad, y realizarla 3 ó 4 veces en este intervalo, de acuerdo a los distanciamientos. En este lapso la poda resulta fácil y económica por el pequeño diámetro de las ramas y la cicatrización es más rápida.

Es evidente que cuanto menor es el número de árboles por unidad de superficie, más tarde se iniciará la competencia; esto es típico en rodales de "jaúl" en Costa Rica y es necesario tenerlo en cuenta para calcular tanto la edad como la intensidad correctas de poda.

En todos los rodales algo densos, la poda deberá realizarse selectivamente en los árboles dominantes o bien conformados, procurando realizar el corte lo más cerca posible del fuste pues se ha comprobado (18) que la longitud del fragmento de rama dejado en el fuste, afecta más que el diámetro en el retardo de la cicatrización.

En general, como se trata de grandes distancias entre árboles, la proporción de árboles a podarse será a veces del 100%, lo cual tiene influencia en los costos de producción. No obstante, es una operación silvicultural que no debe dejar de realizarse si se quiere obtener fustes de buena longitud y forma, que reporten mayores utilidades económicas al finquero.

Fijación de nitrógeno. La formación y crecimiento de nódulos está relacionada con la aereación y consiguiente textura adecuada del suelo, pues comparando la presencia de nódulos en taludes y en potreros, la diferencia es apreciablemente grande a favor de los primeros.

El pisoteo del ganado, como se aprecia en el lote Vargas, ha compactado el horizonte superior del suelo, y no fue encontrado ningún nódulo, por lo menos en las raíces laterales.

Los análisis químicos han mostrado diferencia significativa entre nódulos y raíces. Igualmente, el contenido de nitrógeno total en las hojas es elevado. Estas cifras tienden a confirmar la existencia del organismo fijador de N atmosférico en los nódulos.

Considerando la rapidez de descomposición de la hojarasca, se puede predecir un rápido y considerable aporte de N al suelo ya que en general el proceso de nitrificación es muy acelerado en los suelos tropicales.

En investigaciones tendientes a demostrar la influencia de distintos abonos químicos en el rendimiento de Axonopus scoparius, o "pasto imperial", se evidenció que las fórmulas que contenían N, determinaban el mayor crecimiento en las parcelas tratadas (4).

Tanto las gramíneas como el "jaú1", no constituyen cultivos esquilantes del suelo y por lo menos, el equilibrio de sustancias nitrogenadas parece estar asegurado.

Siendo más frecuente y numerosa la formación de nódulos en plantas jóvenes, el proceso de fijación de N en éstas debe ser mayor. El aspecto vegetativo típico de buena provisión de N se observa marcadamente en estas plantas.

Es concepto general entre los finqueros, suponer que los buenos rendimientos de forrajes, se deben exclusivamente al sombreado de "jaú1"; sin embargo, los rendimientos bajo muy diversos distanciamientos entre árboles, son poco diferentes. Las podas y aclareos que se realizan tienen por finalidad regular además de la sombra, el goteo o intensidad y tamaño de las gotas de agua de lluvia que caen sobre los pastos, lo cual conduce a veces, a grandes distanciamientos,

en que la sombra deja de ser factor determinante.

Por consiguiente, el significado ecológico del "jauíl", es muy va lioso y se puede comparar sin desventaja al de las leguminosas.

Uso de la tierra. Un caso importante se presenta en esta zona lechera de Costa Rica en relación con el uso racional del suelo.

Los factores climáticos y la calidad de los suelos son similares, pero el problema surge en vinculación a la topografía del terreno, la cual le confiere distintos valores y consiguientemente diferentes usos posibles.

Examinando el tamaño de las fincas en relación a la población y superficies cultivadas, se nota un grado apreciable de intensidad de uso de la tierra en esta región; ya dijimos que es una zona muy cercana a los centros de consumo y dotada de carreteras permanentes.

Todos estos factores plantean el problema de si es o no conveniente un incremento apreciable de las superficies forestales actuales, o mantenerlas como están, o encaminarlas a la producción agrícola.

Existen varios argumentos que harían posible el aumento de las plantaciones de "jauíl" y el consiguiente desplazamiento de la industria lechera en esta zona; los principales son:

- a) La topografía acentuadamente limitante de actividades agrícolas económicas, pues el 70% de esta región tiene una pendiente por encima del 12%, lo cual hace imposible el uso de maquinaria agrícola y significa que se trata de tierras preferentemente forestales.
- b) Los mercados muy cercanos y capaces de consumos apreciables

de productos forestales, así como carreteras permanentes.

- c) La facilidad y economía en el establecimiento, reproducción y explotación de esta especie forestal y su rápido crecimiento.
- d) La precaria situación económica actual de la industria lechera en esta zona, en que los finqueros afirman no obtener utilidades debido a que el precio de la leche no se ha elevado en proporción al de los egresos por administración. En el único establecimiento lechero donde se revisaron los libros de contabilidad, el propietario no pagaba impuesto a la renta debido a que no obtenía utilidades netas. Se trataba de un establecimiento típico de la región.
- e) La experiencia acumulada y aceptada en la zona, acerca del cultivo y de las apreciables utilidades que proporciona esta cultura, lo cual la pone en situación muy ventajosa en relación al planeamiento de trabajos forestales con especies nuevas o desconocidas.
- f) La posibilidad de desplazar la industria ganadera de lechería a zonas donde los costos de producción de leche sean menores.

Por el contrario, los factores negativos para ampliar las superficies forestadas, son:

- a) El alto precio de la tierra, (de 3.000 a 10.000 colones por manzana) determinado por la cercanía a los centros urbanos, buena accesibilidad y otras causas.
- b) Las buenas condiciones físicas y químicas de los suelos y la disponibilidad de agua.

- c) La tradición y costumbres de los finqueros habituados a la explotación ganadera-lechera, realizada en muchos casos con ganado de "pedigree".
- d) La actitud de los finqueros del trópico en general, de no considerar la explotación forestal como una actividad económica permanente.
- e) El valor tecnológico y precio comparativamente menores de esta madera en relación a las tradicionalmente utilizadas en el país.

El análisis de estos factores puede promover controversias muy dispares, pero es indudable que una adecuada planificación del uso económico del suelo en esta zona, conduciría a un incremento apreciable de las superficies forestadas y en este caso el "jaúil" tendría un papel preponderante.

La extensión de la "zona lechera del norte" es de 148.293 manzanas (36) de las cuales, 76.195 están dedicadas a pastos; esto hace prever una expansión potencial del "jaúil" en esa proporción aproximadamente.

Debemos agregar que la función de esta planta no sería únicamente económica sino de gran valor protector. Por el nitrógeno que aporta al suelo y la abundante materia orgánica que proveen sus hojas, se puede considerar al "jaúil" como una especie mejoradora de las condiciones físicas y químicas del suelo.

En conclusión, se puede afirmar que esta utilización del suelo para producción de madera y forrajes, es en la actualidad, económicamente aceptable, pero sería satisfactoria si se estudiaran los siguientes

puntos de vista forestales:

- 1) Planeamiento racional del uso del suelo en esta región.
- 2) Incremento de las plantaciones forestales sobre todo en los terrenos de pendientes pronunciadas y en las adyacencias de las corrientes de agua.
- 3) Aprovechamiento más eficaz y tratamiento de los productos forestales.

Utilización. Tanto la altura del tocón como el proceso de corte son satisfactorios pero el aprovechamiento podría intensificarse utilizando una longitud adicional en la parte superior del fuste, por encima de las 10 pulgadas de diámetro, teniendo en cuenta el uso principal de esta madera, empleada en cajonería. El diámetro mínimo utilizable en la parte superior del fuste debería ser de 8 pulgadas.

La etapa más criticable es la del "tuqueo" donde se desperdicia más o menos el 10% del volumen de la troza de 12 pies. Si el arrastre con tractores no es todavía posible, se podría adaptar un pequeño deslizador metálico en forma de pala, para colocarse debajo del extremo de la troza a ser arrastrada; esto evitará además la impregnación de la troza con tierra o arena, perjudiciales para la sierra. La humedad y textura del suelo, permiten un fácil deslizamiento con la consiguiente duración de este sencillo y económico implemento.

Sumando los porcentajes de volumen desperdiciado antes de llegar al aserradero, tenemos un total del 16% distribuido así (en el fuste):

Trompa	10%
Tocón	3%
Fuste entre 10 y 8 pulgadas	3%
	<hr/>
	16%

De acuerdo al concepto de que tratamientos silviculturales acertados pueden mejorar las cualidades xilo-tecnológicas de una especie, el "jaúil" ofrece buenas perspectivas, ya que A. rubra es usada en Estados Unidos como madera de "corazón" para fabricar madera laminada y otras especies de Alnus en Europa se utilizan en las "caras" o chapas exteriores. Estos usos se explican por su liviandad y poca contracción, cuando ha sido bien tratada.

El consumo de madera de "jaúil" en Costa Rica pareciera seguir las alternativas del volumen de exportación de productos envasados, especialmente frutas. Es un proceso muy similar al que se opera en Argentina con el "álamo", (Populus spp.).

Volumen de corteza. Comparando los volúmenes de corteza hallados directamente en los 25 fustes (Cuadro 22) por diferencia de volúmenes con y sin corteza, con los valores obtenidos por la fórmula: $V_c = V (1-k^2)$; donde: "k" = 0.96 y $1-k^2 = 0.08$, se han encontrado porcentajes de corteza algo más altos utilizando esta fórmula.

De las fórmulas anteriores se deduce que para averiguar el volumen de corteza del fuste comercial de "jaúil", simplemente debemos multiplicar el volumen cúbico del fuste (Tabla Local de Volúmenes) por el factor 0.08.

Este factor significa que el volumen de corteza de "jaúil" en relación al volumen del fuste comercial equivale al 8% según la fórmula anterior. Pero por otra parte, el promedio hallado en las mediciones de corteza de los 25 fustes, fue de 6.6% (Cuadro 22). En la práctica podemos usar para "jaúil" un valor intermedio e sea 7%.

Análisis de taninos. De acuerdo a los resultados obtenidos en el

análisis químico (Cuadro 6), el contenido en taninos de la corteza es deficiente. En promedio dio 1.90%, cifra que no justifica la explotación de "jaúl" como fuente de materias tánicas, en escala industrial.

Industrialmente se considera un contenido mínimo de 10% de taninos para conceptuar como económica la explotación de una especie vegetal.

Se observa que no hay variación apreciable en el contenido ni existe proporción de la riqueza tánica con la edad o el diámetro, aun que las muestras son pocas para interpretar correctamente dichas correlaciones.

Tabla Local de Volúmenes. La Tabla construida puede aplicarse en todas las localidades donde se dispersa el "jaúl" en el país, debido a que los rodales tienen caracteres semejantes.

Expresa Meyer (31) que árboles del mismo DAP. tienen volúmenes diferentes debido a las distintas alturas, clases de sitio y caracteres de dominancia, codominancia o supresión de los árboles en el rodal. Analizando estos factores, se puede deducir que existe mayor correlación entre DAP. y volumen en "jaúl", debido: 1) a las buenas condiciones edáficas, comunes a toda la región; 2) al carácter codominante de los árboles, por los grandes distanciamientos entre plantas; 3) a la poca competencia entre árboles por la misma causa anterior.

Estos hechos confieren mayor exactitud en los resultados al aplicarse la Tabla de Volúmenes en el campo. Así se ha comprobado aplicando la Tabla a los lotes Volio y Municipal usando valores promedios.

Relación edad-DAP. Según el Gráfico 4 el incremento diamétrico anual es mayor de 1 pulgada hasta la edad de 13 años aproximadamente. Luego desde los 13 a los 17 años se mantiene en 1 pulgada el incremento anual y a partir de los 18 años el crecimiento diamétrico es menor de 1 pulgada por año.

Después de los 30 años el crecimiento es menor de 0.5 de pulgada por año. De acuerdo a la curva de este gráfico y a las observaciones en el campo se puede predecir que el crecimiento se detiene alrededor de los 50 años y en esta edad podría iniciarse la podredumbre del duramen.

Por consiguiente, la edad más conveniente de corta fluctuaría entre los 18 y los 22 años o sea cuando alcanzan de 22 a 25 pulgadas de DAP. Este período representaría la rotación silvicultural de esta especie, variando algo de acuerdo sobre todo a consideraciones económicas y al distanciamiento entre árboles.

Incremento volumétrico corriente. El crecimiento periódico (current periodic growth) para este lapso de 5 años, 1950-1955, considerando los 3 lotes en conjunto es aparentemente elevado teniendo en cuenta los distanciamientos: 748 pies cúbicos por acre (52.3 m³/Ha.).

La explicación se encuentra en los Cuadros 7 y 8 donde se puede ver un incremento diamétrico anual promedio superior a 1 pulgada. A su vez, este alto incremento diamétrico se explica por los grandes distanciamientos entre plantas, las buenas condiciones edáficas, el carácter codominante de los árboles en los 3 lotes y la natural característica de crecimiento rápido de esta especie.

Además no se debe olvidar que el incremento volumétrico corriente ya sea anual o periódico, asume un ritmo muy acelerado en las primeras etapas de vida de los rodales, y este es el caso de los lotes estudiados, de los cuales el mayor tiene sólo 20 años.

En este período de 5 años, el incremento anual corriente de volumen (current annual growth), sería de 150 pies cúbicos/año/acre o sea $10.4 \text{ m}^3/\text{Ha}/\text{año}$. Se puede predecir que un crecimiento tan notable debe estar en el máximo ya que el incremento diamétrico promedio a partir de cierta edad, 17 a 19 años, es menor de 1 pulgada por año.

Registros en años posteriores probablemente demostrarán un ritmo de crecimiento mucho menor.

Incremento volumétrico anual promedio. (Mean annual increment)

Este crecimiento puede resumirse así:

En el lote Volio: $221.9 \text{ pies}^3/\text{año}/\text{acre}$ ($15.5 \text{ m}^3/\text{año}/\text{Ha.}$)

En el lote Municipal: $206.7 \text{ pies}^3/\text{año}/\text{acre}$ ($14.4 \text{ m}^3/\text{año}/\text{Ha.}$)

En el lote Pinto: $66.3 \text{ pies}^3/\text{año}/\text{acre}$ ($4.6 \text{ m}^3/\text{año}/\text{Ha.}$)

El menor incremento anual promedio corresponde al lote Pinto, a pesar que en este rodal se ha registrado el mayor crecimiento anual diamétrico promedio. La explicación radica en que el número de árboles por unidad de superficie es muy reducido: 14 por acre (35 por hectárea).

Los dos tipos de incremento volumétrico calculados son netos ya que no se han realizado aclareos ni se ha producido mortalidad en ninguno de los 3 lotes.

Aspecto económico. Considerando que la rotación será de 18 a 22 años, según las circunstancias, podemos calcular teóricamente el ingreso

bruto por concepto de madera de "jaúil" cultivado en combinación con pasturas.

Admitiendo el distanciamiento recomendado de 34 x 34 pies entre árboles tendremos 38 árboles por acre (94 por ha.). A los 18 años de edad, de acuerdo al Gráfico 4, el árbol alcanza aproximadamente 22 pulgadas de DAP. Esto significa según la Tabla Local de Volúmenes, 88 pies³.

Aceptando para el "jaúil" una equivalencia de 6 pies² de madera aserrada por cada pie³, tendremos a esa edad de 18 años, 528 pies² por árbol, lo cual representa una entrada bruta de 4.012.00 colones por acre. El precio del pie² puesto en el bosque era en el momento de realizar este estudio de 0.18 colones por pulgada maderera, es decir, 0.20 colones por pie².

A los 20 años de edad, al mismo distanciamiento, los árboles alcanzan un DAP. promedio de 23.8 pulgadas equivalentes a 108 pies³. En este caso se tiene al cabo de esa edad, 648 pies² por árbol que equivalen a 2.462 pies² por acre, representando una utilidad bruta de 4.924 colones.

A los 22 años, con el mismo razonamiento se obtendrían 5.540 colones de entrada bruta por acre.

Convirtiendo en rendimientos brutos por hectárea con 100 árboles, tendremos las siguientes cifras:

A los 18 años: 10.560 colones/ha.

A los 20 años: 12.960 colones/ha.

A los 22 años: 14.580 colones/ha.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En general, los finqueros de América Tropical no consideran la explotación forestal como una actividad económica permanente.

Para cambiar esta actitud y como una contribución al progreso de la Dasonomía Tropical, se hace necesario, entre otros medios, realizar estudios sobre especies de rotación breve, que proporcionen utilidades periódicas a corto plazo. El "jaúl", A. jorullensis HBK., puede considerarse apropiado para tal fin.

En Costa Rica, esta especie se cultiva combinada con pasturas en fincas lecheras, reportando ganancias adicionales de consideración a la industria de lechería.

En el resto de América Tropical existen condiciones ecológicas similares a las que se observan en la región del "jaúl" en Costa Rica, y podrían derivarse beneficiosas posibilidades de la experiencia en este país.

El trabajo de campo se ha realizado especialmente en el Cantón San Isidro de Coronado, provincia de San José.

Los resultados y conclusiones son los siguientes:

1) Se ha construido una Tabla Local de Volúmenes aplicable a rodales en combinación con pasturas. La Tabla se ha basado en la medición del volumen de 25 árboles y la altura de otros 119 adicionales, representativos de la región.

La similitud de condiciones ecológicas en la zona y los caracteres más o menos semejantes de los rodales, confieren exactitud al uso de la Tabla.

2) Se han determinado crecimientos de diámetro y volumen en base a

las mediciones efectuadas desde 1950 a 1955 en 4 lotes experimentales:

El incremento diamétrico anual promedio en rodales de diferentes edades fue de 1.16 pulgadas.

El incremento volumétrico anual corriente para rodales en combinación con pasturas fue de 165 pies³/año/acre, (11.15 m³/año/ha.).

El incremento volumétrico periódico (1950-1955) fue de 748 pies³/acre, (52.3 m³/ha.), en los 3 lotes o sea en 2.32 acres (0.94 ha.).

Estas cifras demuestran que se trata de una especie de crecimiento notablemente rápido. Los incrementos volumétricos son considerables no obstante los grandes distanciamientos entre árboles.

3) Se han realizado análisis químicos de N total en hojas: 3.01%; nódulos radiculares: 2.12% y raíces: 0.80%. Los resultados, refuerzan la teoría de que la fijación de N, se realiza en los nódulos por microorganismos simbiotes no identificados aún.

Esto pone de manifiesto la importancia del "jaúl", semejante a la de las leguminosas en la fijación de N atmosférico.

4) Los análisis químicos de taninos en la corteza dieron resultados cuantitativamente negativos: 1.90% de taninos del grupo catequínico. Por consiguiente, no sería económica su explotación como fuente de taninos en escala industrial.

5) De acuerdo a la literatura consultada, se sugiere que el nombre de A. acuminata citado sólo en Costa Rica, es únicamente un sinónimo de A. jorullensis HBK., este último nombre difundido en todo el trópico americano y mencionado en varios países en forma exclusiva.

6) Silviculturalmente se comporta como especie intolerante. Su capacidad de reproducción natural es notable. Las semillas hallan un

habitat ideal en suelos de textura liviana, estructura granular y humedad suficiente como los que predominan en los taludes de caminos y derrubios de corrientes de agua. En estos sitios su reproducción natural alcanza el máximo grado.

La regeneración natural es también satisfactoria en los campos cultivados con "pasto imperial" (Axonopus scoparius) siempre que se impidan los daños del ganado.

Se recomienda en las plantaciones en combinación con pasturas, un distanciamiento de 34 x 34 pies (10 x 10 m.).

Las podas en estos rodales deben realizarse en el 100% de los árboles, entre los 4 y 12 años de edad, repitiendo esta operación 3 a 4 veces según las circunstancias.

No se ha encontrado relación entre el número de anillos de crecimiento y la edad de los árboles.

La clase de forma determinada fue de 87%.

7) La rotación silvicultural calculada fluctua entre 18 y 20 años teniendo en cuenta consideraciones económicas.

De los crecimientos analizados se deduce que a los 20 años de edad, término medio de la rotación, se obtienen 12.960 colones de ingreso bruto por hectárea, considerando 100 árboles/ha. (4.924 colones/acre).

SUMMARY AND CONCLUSIONS

In general, the farmers of tropical America do not consider forest exploitation as a permanent economic activity.

In order to change this attitude as a contribution to the progress of tropical forestry, one necessity is the undertaking of studies on forest species appropriate for cultivation on short rotations, thus providing periodic returns at short intervals. "Alder", Alnus jorullensis HBK., can be considered suitable for this purpose.

In Costa Rica this species is cultivated in pasture-combinations on dairy farms, providing additional earnings to the dairy industry.

In the other areas of tropical America, there exist similar ecological conditions to those observed in the "alder" region of Costa Rica and many promising possibilities may arise from the experience in this country.

Work was carried out mainly in the Cantón San Isidro de Coronado, Provincia de San José, and adjoining areas.

Results and conclusions are the following:

1) A local volume table was constructed for this species, applicable to the stands when grown in combination with pasture grasses. The table is based on the volume measurement of 25 trees and the height of 119 additional trees, representative of the region.

The little variation in ecological factors within this zone as well as the uniformity of the stands assure accuracy in the application of the table.

2) Diameter and volume growth determinations were based on annual measurements carried out in 4 experimental plots, since 1950 to 1955.

The mean annual diameter increment grouping the stands of different ages, was 1.16 inches.

The current annual volume growth for stands in pasture-combinations was 165 cubic feet/year/acre, (11.15 cubic meters/year/ha.).

Total growth over the 5 year period (1950-1955), on 3 lots with a combined acreage of 2.32 acres was 748 cu.ft./acre (52.3 m³/ha.).

These data give evidence that "alder" is a fast growing species. The volume growth is excellent, notwithstanding the large distances between the trees.

3) Chemical analyses of total N in leaves (3.01%), roots (0.80%), and root nodules (2.12%) of this plant were made. The results of these analyses lend support to the theory that fixation of N is a nodular function. It also indicates that the importance of this species is similar to that of legumes in enrichment of the N content of soil.

4) The chemical analyses of tannins in the bark were quantitatively negative: 1.90% of catechinic tannins. Therefore, it would not be economically exploitable on an industrial scale.

5) In accordance with the bibliography consulted it is quite likely that the name of A. acuminata HBK., cited exclusively in Costa Rica, is only a synonym of A. jorullensis HBK., which is spread widely in the American tropics. A. jorullensis is cited in various countries as the only native species.

6) Silviculturally, it is an intolerant species. Its natural regenerative capacity is noteworthy. Seeds find their ideal habitat in loam soils of granular structure with enough humidity on locations such as embankments and stream-banks.

The natural regeneration is also satisfactory in fields cultivated with "paso imperial" (Axonopus scoparius Plugg.) when damage from cattle can be avoided.

A distance of 34 x 34 ft. (10 x 10 m.) is recommended in stands in pasture-combinations.

All trees in these stands should be pruned between the age of 4 and 12 years, repeating this treatment 3 or 4 times, according to the circumstances.

No relation was found between the number of growth rings and the age of tree.

The good form of the bole is shown by its form class of 87%.

7) The silvicultural rotation found may vary between 18 and 22 years. The results of growth studies indicate that with a 20 year rotation and with a density of 100 trees per hectare, a gross income of 12.000 colones per hectare can be obtained.

LITERATURA CITADA

1. ACOSTA SOLIS, M. Principal timbers used in the Sierra del Ecuador. *Tropical Woods* No. 57:1-6. 1939.
2. ALLEN, ALFRED H. Commercial organic analysis. 3rd. ed. Philadelphia, P. Blakiston's Son and Co., 1906. vol. 3, pt. 1, p.47.
3. BAILEY, L. H. The standard cyclopedia of horticulture. New York, Macmillan Company, 1947. 3 vols.
4. BASADRE, JAIME C. Estudios del valor forrajero y los métodos agronómicos del Pasto Imperial, Axonopus scoparius (Flugge), Hitch. Tesis sin publicar. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1953. 108 p. (mecanografiada)
- † 5. BOND, G., FLETCHER, W. W., & FERGUSON, T. P. The development and function of the root nodules of Alnus, Myrica and Hippophae. *Plant and Soil* 5(4):309-323. 1954.
- † 6. _____ & MacCONNELL, J. T. Nitrogen fixation in detached non-legume root nodules. *Nature* 176(4482):606. 1955.
7. BRAUN, OTTO. Clasificación de los bosques de Bolivia. La Paz, Bolivia. Servicio Forestal y de Caza, Ministerio de Agricultura, 1956. pp. 73-78. (Boletín Forestal No. 1)
8. BUDOWSKI, GERARDO. The classification of tropical vegetation communities. Term Paper Forestry 190, Tropical Forestry. New Haven, Yale School of Forestry, 1956. 44 p. (typewritten)
9. CABRERA, ANGEL LULIO. Esquema fitogeográfico de la República Argentina. Museo de la Ciudad Eva Perón (La Plata). *Revista (n.s.) Sección Botánica* 8(33):87-168. 1953.
10. CARDENAS, MARTÍN. Aspecto general de la vegetación en Bolivia. In Verdoorn Frans, ed. *Plants and plant science in Latin America*. Waltham, Mass., Chronica Botanica Co., 1945. pp. 312-313. (New series of Plant Science Books, vol. 16)
- ✓ 11. CASTELLANOS, A. Los tubérculos radiculares del aliso (Alnus jorullensis HBK. var. spachii Regel). *Lilloa* 10(2):413-416. 1944. (Original not available for examination; abstracted in *Forestry Abstracts* 9(1):15. 1947)
- † 12. COMO ESTA resolviendo el MAI el problema forestal. En Costa Rica. Ministerio de Agricultura e Industrias. El MAI contribuyó al desarrollo agrícola-industrial en 1955; memoria. San José, 1956. pp. 39-43.

13. CHAPMAN, H. H. MEYER, WALTER H. Forest mensuration. New York McGraw-Hill Book Co., 1949. 522 p. (The American Forestry Series)
14. DIELS, LUDWIG. Contribuciones al conocimiento de la vegetación y de la flora del Ecuador. Quito, Imprenta de la Universidad Central, 1938. 364 p.
15. FERGUSON, T. P. & BOND, G. Observations on the formation and function of the root nodules of Alnus glutinosa (L.) Gaertn. Annals of Botany (n.s.) 17(65):175-188. 1953.
16. HADDOCK, P. G. A problem child reforms: new perspectives in the management of Red Alder. Forest Club Quarterly 22(2):9-15. 1949.
- X 17. HALL, JOHN W. The comparative anatomy and phylogeny of the Betulaceae. Botanical Gazette 113(3):235-270. 1952.
18. HAWLEY, RALPH C. & SMITH, DAVID M. The practice of silviculture. 6th. ed. New York, John Wiley and Sons, 1954. 525 p.
- X 19. HERRERA, FORTUNATO L. Sinopsis de la flora del Cuzco. Lima, 1941. 2 t.
20. HILTNER, L. Über die Bedeutung der Wurzelknöllchen von Alnus glutinosa für die Stickstoffernährung dieser Pflanze. Landw. Vers.-Sta., xlvii. 153-61. 1896. (Original not available for examination; cited by Ferguson, T. P. & Bond, G. (15))
21. HOLDRIDGE, L. R. The Alder, Alnus acuminata, as a farm timber tree in Costa Rica. Caribbean Forester 12(2):47-57. 1951.
22. _____ Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727):367-368. 1947.
23. _____ & OTHERS. The forests of western and central Ecuador. Washington D. C., U. S. Forest Service, 1947. 134 p.
24. HUECK, VON K. Die Wälder und die waldbaulichen verhältnisse in nordwestargentinien. II. Der Anden - Erlenwald (das Alnetum jorullense) in der Provinz Tucuman. (The forest and silvicultural conditions in northwestern Argentina). Forstwissenschaftliches Centralblatt 70(11):666-676. 1951.
25. HUTCHINSON, J. The families of flowering plants. London, Macmillan and Co., 1926. 2 v.

26. **KREBBER, O.** Untersuchungen über die Wurzelknöllchen der Erle. *Archiv. f. Mikrobiol.*, iii. 588-608. 1932. (Original not available for examination; cited by Ferguson, T. P. & Bond, G. (15))
27. **LOPEZ LORIA, MARIO.** Resultado del censo de aserraderos con referencia al año 1951. Informe sin publicar. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, Departamento Forestal, 1951. 9 p. (mecanografiado).
28. **MACBRIDE, J. FRANCIS.** Flora of Peru. Chicago, Field Museum of Natural History, 1937. pp. 267-268. (Botanical Series, vol. 13, pt. 2, no. 2)
29. **McVEAN, D. W.** Biological flora of the British Isles: *Alnus Mill.* *Journal of Ecology* 41(2):447-466. 1953.
30. **MERKER, C. A. & OTHERS.** The forests of Costa Rica; a general report of the forest resources of Costa Rica. Washington D. C., U. S. Forest Service in cooperation with the Office of the Coordinator of Inter-American Affairs, 1943. 48 p.
31. **MEYER, H. ARTHUR.** Forest mensuration. State College, Penns Valley Publishers, 1953. 357 p.
32. **MOLLER, A.** Ein neues Vegetationshaus und praktische Erprobung. *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen*, xliv. 527-38. 1912. (Original not available for examination; cited by Ferguson, T. P. & Bond, G. (15))
33. **NOBBE, F., & HILTNER, L.** Über das Stickstoffsammelungsvermögen der Erlen und Elaeagnaceen. *Naturwiss. Zeitsch. f. Land u. Forstwirtschaft*, ii. 366-9. 1904. (Original not available for examination; cited by Ferguson, T. P. & Bond, G. (15))
34. **PARODI, LORENZO R.** Las regiones fitogeográficas argentinas y sus relaciones con la industria forestal. In Verdoorn, Frans, ed. *Plants and plant science in Latin America*. Waltham, Mass., Chronica Botanica Co., 1945. pp. 127-132. (New series of Plant Science Books, vol. 16)
35. **PEREZ ARBELAEZ, ENRIQUE.** Plantas útiles de Colombia. Bogotá, Imprenta Nacional, 1947. 531 p.
36. **PETERSON, ARTHUR, W. & WEST, QUENTIN M.** Agricultural Regions of Costa Rica. Turrialba, C. R., Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1953. 35 p., 63 tables. (Miscellaneous Publication no. 4)

37. PITTIER, H. FRANCOIS & OTROS. Catálogo de la flora venezolana. Caracas, Lit. y Tip. Vargas, 1945. 2 t.
38. PLOTHO, O. V. Die Synthese der Knollchen an den Wurzeln der Erle. Archiv. f. Mikrobiol., xii. 1-18. 1941. (Original not available for examination; cited by Ferguson, T. P. & Bond, G., (15))
39. QUISPTEL, A. Symbiotic nitrogen-fixation in non-leguminous plants. I; II. Acta Bot. Neerland. 3(4):495-532. 1954. (Original not available for examination; abstracted in Forestry Abstracts 16(3):336. 1955)
40. RECORD, SAMUEL J., & HESS, ROBERT, W. Timbers of the New World. New Haven, Yale University Press, 1949. 640 p.
41. REGEL, E. Betulaceae. In DeCandolle, A. Prodr. 16(2):161-189. 1868. (Original not available for examination; cited by Hall, John W. (17))
42. REHDER, ALFRED. Manual of cultivated trees and shrubs. New York Macmillan Company, 1927. 930 p.
43. REIDLE, A. B. The classification of flowering plants. Cambridge, England, 1925. 2 v.
44. ROBERG, M. Weitere Untersuchungen uber die Stickstoffernahrung der Erle. Ber. Deutsch. Bot. Ges., lii. 54-64. 1934. (Original not available for examination; cited by Ferguson, T. P. & Bond, G. (15))
45. ROHMEDER, W. Die Schneeberge Argentiniens. Ein Hochgebirge als Kulturscheide. (Argentina's snowy mountains. A high mountain range as a cultural limit). Universum 5(16):493-497. 1950. (Original not available for examination; abstracted in Biological Abstracts 25(3):679. 1951)
46. STANDLEY, PAUL C. Flora of Costa Rica. Chicago, Field Museum of Natural History, 1937. pp. 373-374. (Botanical Series vol. 18, pt. 1)
47. _____ & STEYERMARK, J. A. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, 1952. pp. 360-364. (Fieldiana: Botany, vol. 24, pt. 3)
48. STRASBURGER, E. & OTROS. Tratado de botánica. 4a. ed. española. Barcelona, Manuel Marín y Cía., Editores, 1953. 604 p.
49. TORTORELLI, LUCAS A. Los bosques argentinos y sus industrias derivadas. In Verdoorn, Frans. ed. Plants and plant science in Latin America. Waltham, Mass., Chronica Botanica Co., 1945. pp. 135-140. (New series of Plant Science Books, v.16)

50. UEMURA, S. Studies on the root nodules of Alders (Alnus spp.)
IV. Experiment on the isolation of actinomycetes from
alder nodules. Meguro, Tokyo, Forest Experimental Station,
Bulletin No. 52, 1952. 22 p.
51. VENEZUELA. Ministerio de Fomento. Estudios para la creación de
una industria de extractos curtientes en Venezuela. Re-
vista de Fomento 14(76):81-226. 1952.
52. VIRTANEN, A. I. & MIETTINEN, J. K. Free amino-acids in the
leaves, roots and root nodules of the Alder (Alnus).
Nature 170(4320):283-284. 1952.
53. _____ & OTHERS. Fixation of molecular nitrogen by excised no-
dules of Alder. Acta Chem. Scand. 8(9):1730-1731. 1954.
(Original not available for examination; abstracted in Fo-
restry Abstracts 16(3):336. 1955).
54. WARMING, E. A handbook of systematic botany. Trans. A. F.
Potter. London, 1904. (Original not available for ex-
amination; cited by Hall, John W. (17).
55. WARRACK, GEORGE. Treatment of Red Alder in the coastal region of
British Columbia. British Columbia Forest Service, Re-
search Notes No. 14, 1949. 7 p.
56. WEBERBAUER, A. El mundo vegetal de los Andes peruanos, estudio
fitogeográfico. Ed. rev. y ampl. Lima, Estación Expe-
rimental Agrícola La Molina, Ministerio de Agricultura,
1945. 776 p.
57. WETTSTEIN, RICHARD. Tratado de botánica sistemática. Trad. de
la 4a. ed. alemana, P. Font Quer. Barcelona, Ed. Labor,
S. A. 1944. 1039 p.
58. WILSON, A. E. Analysis of citrus tissues. University of Flo-
rida, Citrus Experiment Station, Lake Alfred. Progress
Report 340. 1950. (Original not available for examina-
tion; a copy of the description of the procedure is avail-
able at the Inter-American Institute of Agricultural Sci-
ences Soils Laboratory).

A P E N D I C E

Gráfico 1. RELACION ALTURA TOTAL-DAP.
"jaíl". 144 árboles.
Costa Rica

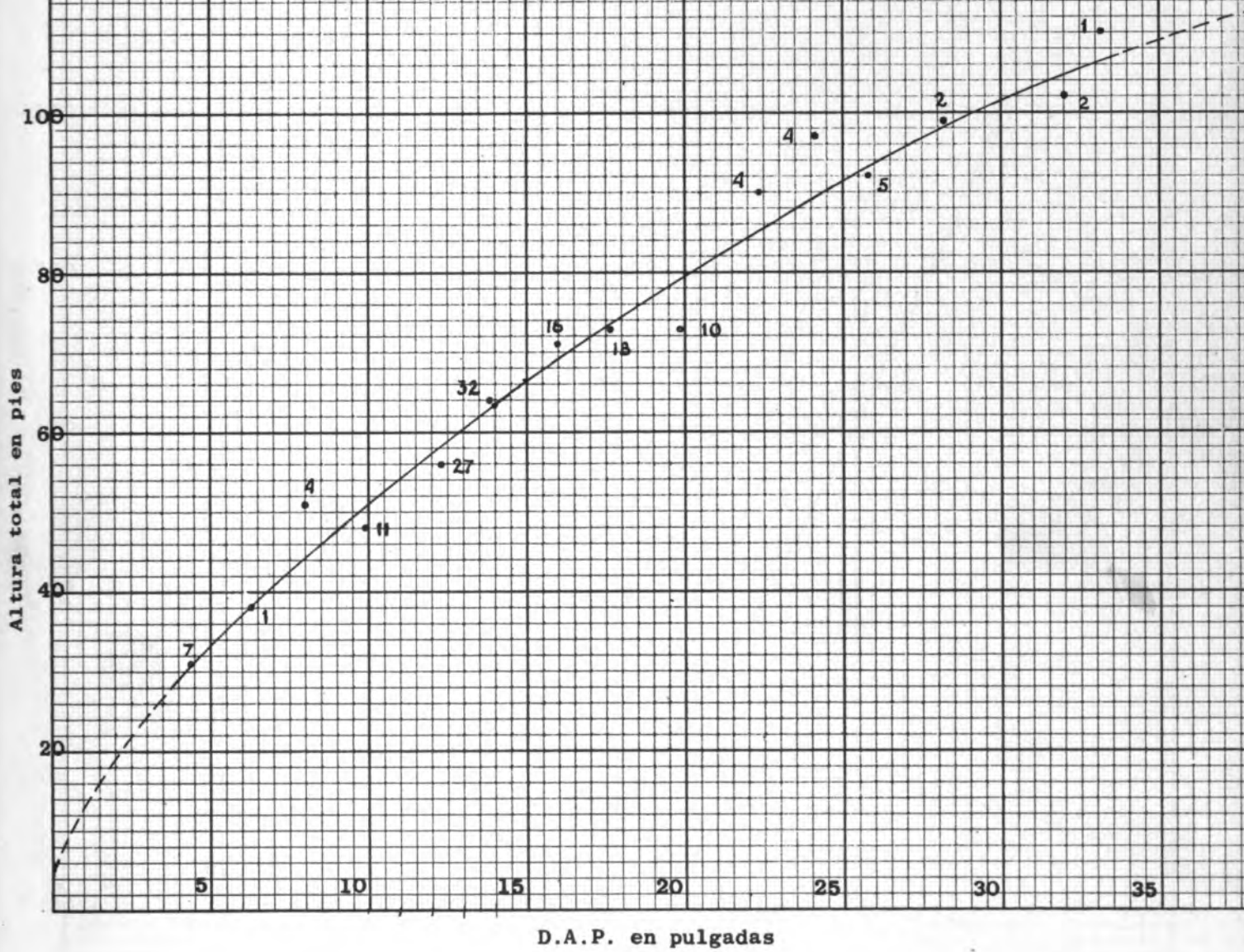
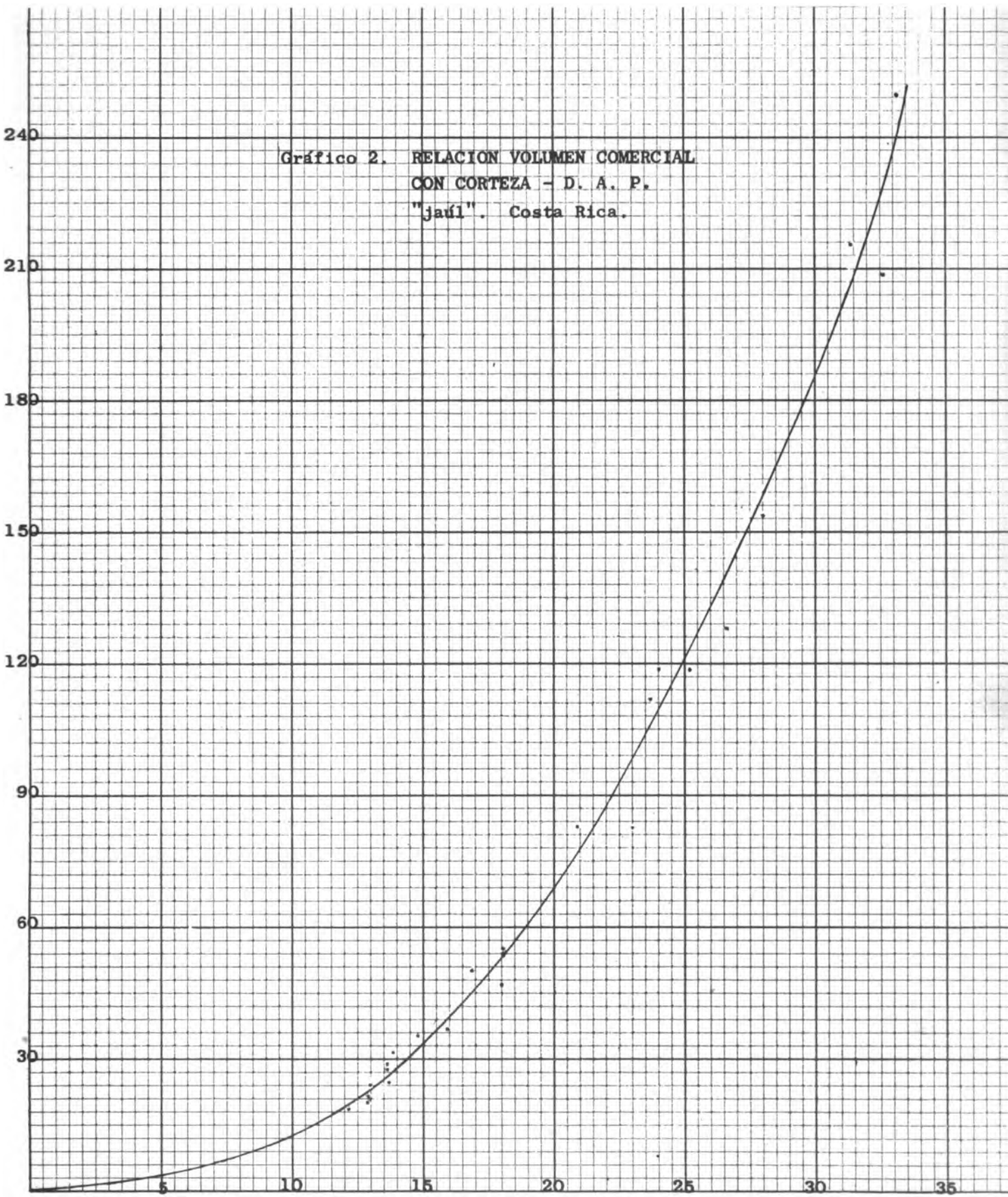


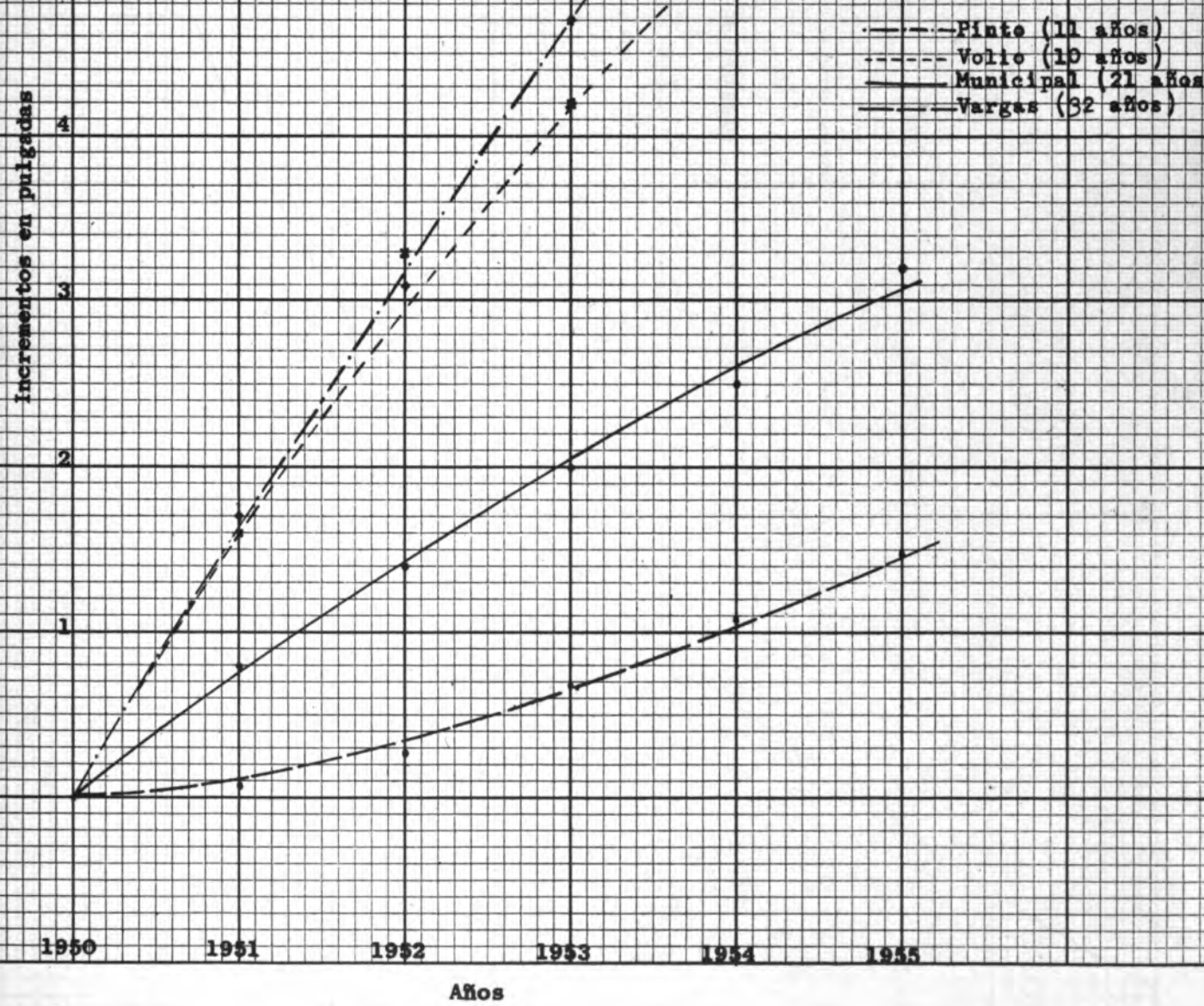
Gráfico 2. RELACION VOLUMEN COMERCIAL
CON CORTEZA - D. A. P.
"jaúl". Costa Rica.

Volumen en pies cúbicos



D. A. P. en pulgadas

Gráfico 3. CRECIMIENTO DIAMETRICO
 PROMEDIO DE LOS 4 LOTES.
 (Periodo 1950-1955).
 Noviembre de 1955.



D. A. P. en pulgadas

30

25

20

15

10

5

Gráfico 4. RELACION EDAD-D. A. P.
"Jauí". Costa Rica.

----- Lote Municipal
..... Lote Pinto
..... Lote Volio

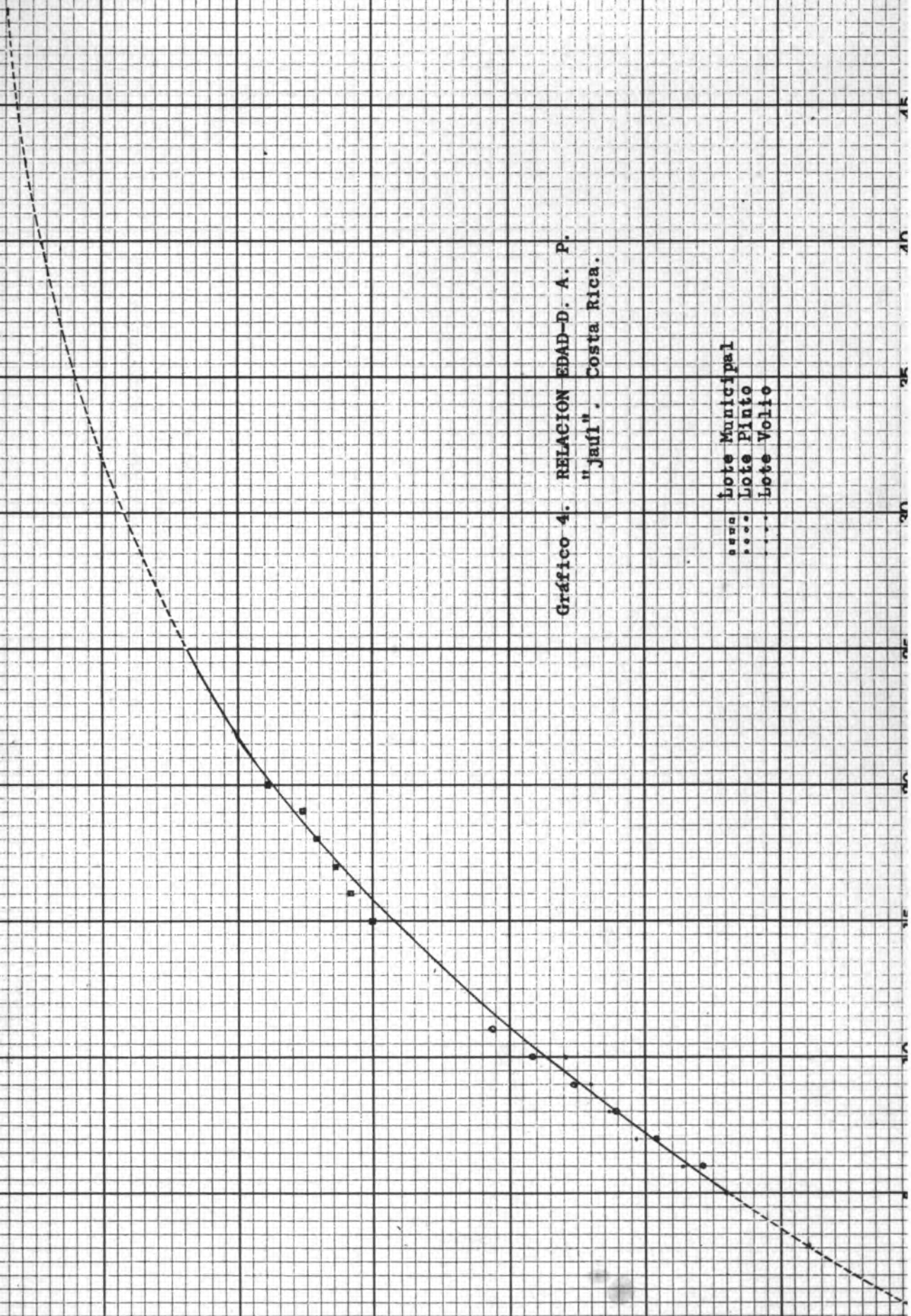


Gráfico 5. RELACION INCREMENTO DIAMETRICO
 PROMEDIO ANUAL - D. A. P.
 "Jaul" - Costa Rica.

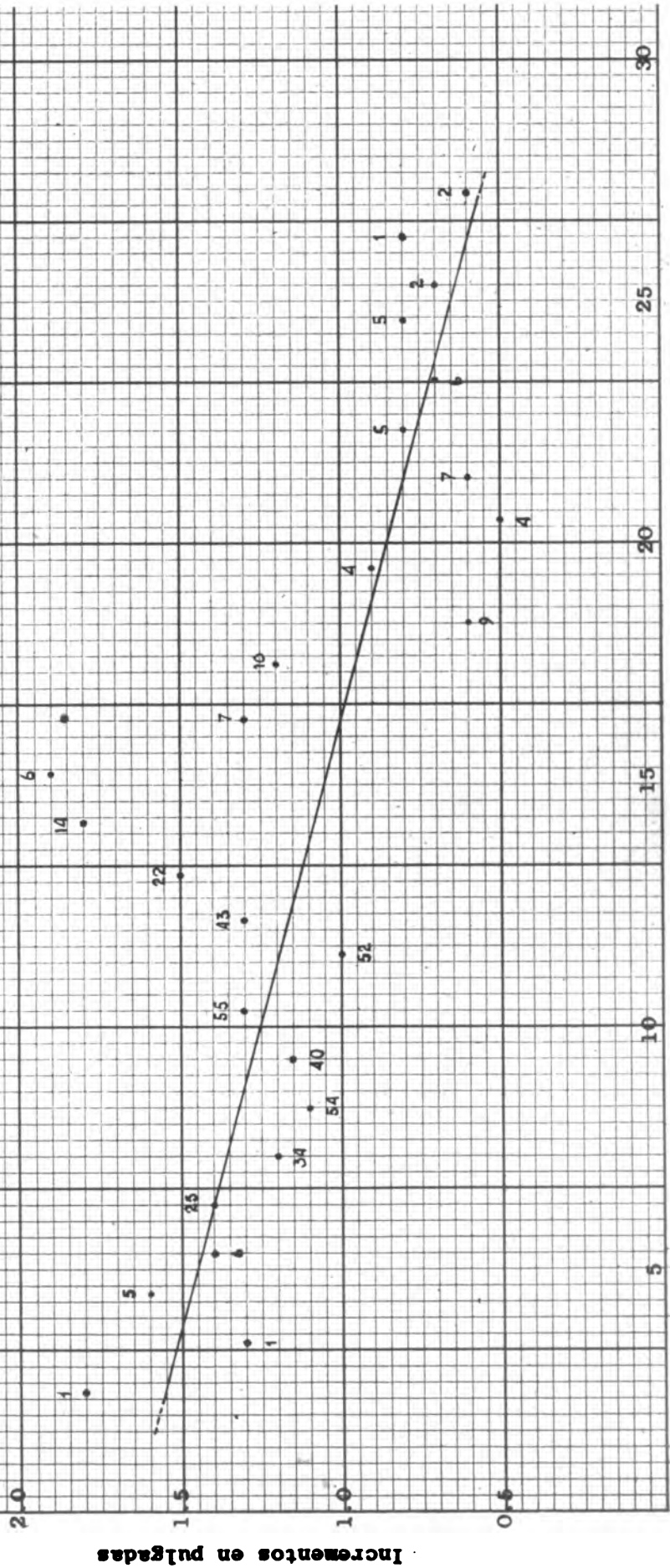




Fig. 1. Rodal de "jaúl" de 19 años. (10 x 10 m.) Lote Municipal. Las Nubes, San Isidro de Coronado.



Fig. 2. Reproducción natural de "jaúl" en un talud de camino. Rancho Redondo, Goicoechea.



Fig. 3. "Pasto imperial", cultivado como forraje de corte bajo sombra de "jaúl". Las Nubes, San Isidro de Coronado.



Fig. 4. Reproducción natural de "jaúl" en medio de "pasto imperial". Las Nubes, San Isidro de Coronado.



Fig. 5. Densa reproducción natural de "jaúl" en un derrubio de riachuelo. Las Nubes, San Isidro de Coronado.



Fig. 6. Brinzales de 7 meses de edad. Regeneración natural en un sitio abierto cultivado con "pasto imperial". Las Nubes, San Isidro de Coronado.



Fig. 7. Podredumbre en el duramen de un tronco de "jaúl". Aproximadamente 50 años de edad. Rancho Redondo Goicoechea.



Fig. 8. Nódulos radiculares en una planta de "jaúl" de 3 años de edad. Las Nubes, San Isidro de Coronado.



Fig. 9. Podas irracionales practicadas en "jaúl". Poasito, Poás.