

AGUA, AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LAS ZONAS SECAS DE NICARAGUA



GUILLERMO BENDAÑA GARCIA

*AGUA,
AGRICULTURA
Y SEGURIDAD
ALIMENTARIA
EN LAS ZONAS SECAS
DE NICARAGUA*

GUILLERMO BENDAÑA GARCIA

N

631.586

B458 Bendaña García, Guillermo

Agua, agricultura y seguridad alimentaria
en las zonas secas de Nicaragua / Guillermo
Bendaña García. -- 1a ed. -- Managua : Guillermo
Bendaña G., 2012

288 p. : il. col.

ISBN 978-99964-0-136-7

1. AGUA EN AGRICULTURA 2. HIDROLOGIA
DE ZONAS ARIDAS-NICARAGUA 3. MANEJO DE LOS
RECURSOS NATURALES 4. CULTIVOS DE SECADO
5. GANADERIA

Esta publicación se realizó en el marco del proyecto “Aumento de la resiliencia de los medios de vida de pequeños productores ante la sequía en el Corredor Seco de Centroamérica”, ejecutado por Acción contra el Hambre (ACF) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) con el apoyo financiero del Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO).



Organización de las
Naciones Unidas para la
Agricultura y la Alimentación



INDICE DE CONTENIDO

Página

PRÓLOGO	20
I. CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS SECAS DE NICARAGUA.....	24
Las zonas secas	24
Sequía y aridez.....	26
Los diferentes tipos de sequía	28
II. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS ZONAS SECAS DE NICARAGUA	31
Extensión de las zonas secas en Nicaragua	31
El “Corredor Seco” de Centro América	31
Las Zonas Secas a nivel nacional	32
El corredor seco nicaragüense y las diferentes zonas secas	33
El contraste a las zonas secas: la riqueza en recursos hídricos de Nicaragua	34
III. CAUSAS DE LA SEQUIA EN NICARAGUA	38
Sequía y el fenómeno de “El Niño”	38
Sequía y actividades antropogénicas	40
Sequía y Cambio Climático.....	40
IV. LA SEQUIA Y SUS SECUELAS	41
Sequía y degradación del suelo.....	42
Sequía y pobreza	42
Sequía y salud	44
Sequía y seguridad alimentaria.....	45
Sequía y carestía y aumento de precios de los alimentos.....	48
Sequía e impactos ambientales.....	48
Sequía y racionamientos energéticos.....	49

Sequía y cambio climático.....	50
Experiencias positivas que podemos aprender de la sequía	52

V. USO Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN

LAS ZONAS SECAS 54

Uso del agua en las zonas secas	54
Disponibilidad de aguas superficiales en Nicaragua	55
Disponibilidad de aguas subterráneas en Nicaragua	56
El manejo de cuencas en las zonas secas.....	62

VI. VULNERABILIDAD DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA

EN LAS ZONAS SECAS DEBIDO AL CAMBIO CLIMATICO.....70

VII. LA REDUCCION DE RIESGO A DESASTRES

POR SEQUIA73

El ciclo vulnerabilidad-sequía-emergencia	73
La Gestión de riesgo de desastres	74
Riesgo climático.....	74
Amenaza climática	75
Vulnerabilidad	75
La RRD en el ciclo de sequía.....	76
Tecnologías para influir positivamente en el ciclo de la sequía	79

VIII. TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS DE CAPTACION

Y ALMACENAMIENTO DE AGUA EN LAS

ZONAS SECAS.....82

Captación de agua de lluvia a través de techos.....	83
Captación de aguas en reservorios de laderas	85
Captación de agua en lagunetas o embalses	86
Represas pequeñas aprovechando cárcavas.....	87
Cosecha de ojos de agua, arroyos, riachuelos permanentes y temporales.....	87
Presas filtrantes.....	88
Presas de gavión.....	88

Zanjas de almacenamiento revestidas.....	89
Captación en aljibes	90
Anillos de captación en cerros.....	92
Retención de agua en terrazas.....	93
Retención de aguas con camellones de piedra siguiendo las curvas de nivel.....	94
Captación de agua en terrazas individuales para árboles frutales o forestales	94
Captación de agua directamente de laderas	95
Pequeñas represas y otras estructuras de intercepción y taponamiento de cárcavas.....	96
Perforación de pozos caseros.....	97

IX. AGROSISTEMAS A IMPLEMENTAR EN LAS ZONAS

SECAS PARA EL MEJORAR LA RELACION SUELO:AGUA	98
Aumento de la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo	99
Reducción de la escorrentía	100
Mejora de la infiltración	100
Algunos agrosistemas para conservar la humedad del suelo	101
Labranza cero o siembra directa	101
Labranza mínima	102
No-quema o cero quema de residuos.....	102
Manejo de rastrojos y residuos de cosechas	105
El uso del mulch o mulchin	106
Abonos verdes y cultivos de cobertura.....	107
La rotación de cultivos y asociación de cultivos en las zonas secas	113
Uso del compost o compostaje	115
Las cortinas rompevientos	118

X. LA AGRICULTURA TRADICIONAL EN LAS

ZONAS SECAS.....	120
El uso de semillas criollas y acriolladas	121
Las variedades tolerantes o resistentes a la sequía.....	127
Variedades mejoradas de maíz.....	127

Variedades de frijol para zonas secas	128
El frijol rojo del INTA.....	128
El INTA SSAN.....	128
Los frijoles de Las Segovias	129
Los sorgos criollos	132

XI. CULTIVOS DE ALTO VALOR NUTRITIVO, NO TRADICIONALES EN LAS ZONAS SECAS Y

CON POTENCIAL AGROINDUSTRIAL	136
La Chía	138
El Chan	143
El Amaranto	148
El Marango	155

XII. CULTIVOS AGROINDUSTRIALES PROPIOS DE ZONAS SECAS.....

162	
La sábila (Aloe)	162
El Henequén.....	166
La Jojoba	171
El Nopal verdura	174
El Tempate	180
Los Sorgos dulces	185
El Jícara	194

XIII. LA FRUTICULTURA EN LAS ZONAS SECAS

202	
Marañón.....	202
Mango	203
Jocote	203
Piñuela	203
Pitahaya	203
Tamarindo	204
Nancite.....	204
Icaco	204
Vid	204

XIV. PLANTAS ORNAMENTALES DE LAS	
ZONAS SECAS.....	206
Agaváceas y cactáceas	206
XV. SISTEMAS AGROFORESTALES Y ARBOLES PARA	
REFORESTAR EN LAS ZONAS SECAS	210
Vocación de los suelos de las zonas secas de acuerdo a su	
verdadera Capacidad de Uso	210
La siembra de árboles	211
Los SAF	211
La Agroforestería.....	211
Ventajas y desventajas de la Agroforestería en las zonas secas	212
Clasificación de los SAF	213
Selección de alternativas agroforestales para las zonas secas.....	214
Importancia del consumo de leña en el área rural	219
Las plantaciones energéticas.....	220
XVI. LA HIDROPONIA FAMILIAR: UN VALIOSO APORTE A LA	
SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LAS ZONAS SECAS	223
¿Qué es la Hidroponía?	224
Características de los HHF en las zonas secas	225
Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos en las zonas secas	226
Estrategia a seguir para implementar un sistema de Hidroponía	
en las zonas secas	227
Resultados a esperar con la introducción de la hidroponía en las	
zonas secas	228
Algunos elementos técnicos de la Hidroponía a considerar.....	230
Forraje verde hidropónico.....	233
XVII. CULTIVOS EN TUNELES: OTRA OPORTUNIDAD DE	
MEJORAR LA SAN EN LAS ZONAS SECAS	236
¿Qué son los túneles?	236
Características de los túneles	237
Ventajas del uso de túneles en las zonas secas	238
Ubicación del túnel.....	241

XVIII. LA GANADERIA EN LAS ZONAS SECAS	243
Ganadería y SAN.....	243
Características de la ganadería de las zonas secas	244
Efectos de la sequía sobre los pastos	245
Efectos de la sequía sobre el ganado y mecanismos de auto-defensa ..	246
Estrategias a seguir con el Manejo del Hato en las zonas secas	248
Estrategias de alimentación ante la sequía y sus efectos	250
XIX. OVINOS DE PELO Y CAPRINOS: LA GANADERIA MENOR PARA LAS ZONAS SECAS.....	256
La oveja pelibuey.....	256
Origen	256
La crianza de la oveja pelibuey y la SAN	257
Características de las ovejas pelibuey.....	258
Ventajas de la crianza de ovejas pelibuey	258
Características de la crianza de ovejas en las zonas secas	259
¿Cómo debería de ser la explotación de los ovinos en las zonas secas?	260
Algunas recomendaciones técnicas	260
Las cabras.....	262
Características de las cabras.....	262
Ventajas de la crianza de cabras	263
XX. PISCICULTURA INTEGRADA PARA LAS ZONAS SECAS	264
Piscicultura y Acuicultura	264
Piscicultura y Seguridad Alimentaria en las zonas secas.....	264
Ventajas y desventajas del desarrollo de la piscicultura en zonas secas	265
¿Qué es la piscicultura integrada a pequeña escala?.....	267
Algunos aspectos técnicos de la Piscicultura integrada	268
Integración del cultivo de tilapia con las actividades de la finca	269

XXI. CRIANZA DE GARROBOS E IGUANAS EN CAUTIVERIO: CARNE NUTRITIVA PARA LAS ZONAS SECAS	274
Hábitat de las iguanas.....	274
Especies que se encuentran en Nicaragua	274
Algunas características de las iguanas	275
Una especie en peligro de extinción	276
La crianza en cautiverio o zocriaderos, una oportunidad de ocupación en las zonas secas	276
La iguana como alimento y fuente de proteína	278
Otros productos derivados de la crianza de iguanas	279
Alimentación de la iguana	279
XXII. APICULTURA EN LAS ZONAS SECAS	280
Apicultura y sostenibilidad	280
Apicultura y medio ambiente.....	281
Propiedades y usos de la miel	282
La apicultura familiar en las zonas secas	282
BIBLIOGRAFIA	284
ANEXO 1	288

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diferencias en variables climáticas en las diferentes zonas secas de Nicaragua.....	34
Cuadro 2. Diferencias en geología y suelos de las diferentes zonas secas de Nicaragua.....	35
Cuadro 3. Municipios más críticos afectados por la sequía	36
Cuadro 4. Tecnologías simples para mitigación y adaptación a la sequía	80
Cuadro 5. Semillas de variedades criollas en el territorio nacional	125
Cuadro 6. Análisis químico proximal de la semilla de Chía (Salvia hispánica).....	139

Cuadro 7.	Contenido de AG Omega-3 de fuentes vegetales.....	140
Cuadro 8.	Ventajas de la Chía sobre otras fuentes de omega-3.....	141
Cuadro 9.	Análisis químico proximal de semilla y mucílago de Chan (Hyptis sueveolens)	145
Cuadro 10.	Análisis Químico Proximal del Amaranto y otros cereales (%)	150
Cuadro 11.	Requerimientos agroecológicos del Marango (Moringa oleífera)	155
Cuadro 12.	Composición química de hojas y tallos de Marango (M. oleífera)	156
Cuadro 13.	Contenido de nutrientes del Marango en comparación con otros alimentos (por cada 100 gr de parte comestible)	157
Cuadro 14.	Requerimientos agroecológicos de la sábila (Aloe vera).....	163
Cuadro 15.	Composición química de las fibras del henequén	168
Cuadro 16.	Contenido de nutrientes en 100 gr de peso neto de nopalitos frescos.....	176
Cuadro 17.	Análisis químico proximal de la harina de nopal	178
Cuadro 18.	Normas vigentes que debe cumplir un combustible éster	182
Cuadro 19.	Propiedades físico-químicas de aceite de tempate crudo, EMAT, diesel, EMAC Y NEMAV.....	183
Cuadro 20.	Diferenciación en la composición de los sorgos	186
Cuadro 21.	Composición de una tonelada de la planta completa de sorgo dulce.....	187
Cuadro 22.	Composición del tallo en variedades de sorgo dulce y caña de azúcar.....	188
Cuadro 23.	Análisis químico proximal del fruto fresco de jícaro (pulpa + semilla)	196
Cuadro 24.	Análisis químico proximal de los componentes de la semilla de jícaro (%).....	196
Cuadro 25.	Potencial Agropecuario de la Región de las Segovias de acuerdo a sus condiciones Agroecológicas	210
Cuadro 26.	Algunas especies arbóreas para reforestar en zonas secas	215
Cuadro 27.	Inversión de trabajo familiar en un HHF	232
Cuadro 28.	Valor nutritivo de FVH en comparación con otros forrajes.....	235

Cuadro 29. Fórmula para elaborar la mezcla Melaza-Urea al 2%.....	254
Cuadro 30. Características nutritivas de la carne de animales domésticos en comparación con la carne de oveja pelibuey (%).....	257
Cuadro 31. Composición química de carne cruda de gallina y carne cruda de iguana (por 100 gr de porción comestible)	278

INDICE DE FOTOGRAFIAS.

Fotografía 1 y 1a. Paisaje de la zona seca de Madriz y de la zona seca de Carazo	25
Fotografía 2. Reservorio en laderas para captar agua de lluvia o de escorrentía	85
Fotografías 3 y 4. Laguneta con revestimiento de geo-membrana y con talud de tierra	86
Fotografía 5. Uso de gaviones en represas.....	89
Fotografías 6 y 7. Excavación de zanja de almacenamiento y zanja revestida.....	90
Fotografía 8. Construcción de aljibe revestido con concreto.....	91
Fotografías 9 y 10. Excavación y base del aljibe y aljibe revestido con polietileno	92
Fotografía 11. Anillo de captación en un cerro.....	92
Fotografía 12. Terraza individual con bordes de piedra para árboles frutales	95
Fotografía 13. Terrazas individuales en cultivo de olivo en Andalucía, España.....	95
Fotografía 14. Camellones de piedra (izq) para retención de aguas	96
Fotografía 15. Ladera acondicionada en forma de abanico y conrevestimiento de concreto para captación de agua de lluvia; también puede revestirse con polietileno	96
Fotografía 16. Plantas de soya emergiendo de un suelo con rastrojos en la superficie; no se quemó y se aplicó labranza cero.....	106
Fotografías 17,18y19. Leguminosas resistentes a la sequía: canavalia, mucuma, caupí.....	110

Fotografía 20. Cultivo asociado de canavalia con maíz, en una zona seca	115
Fotografía 21 (der). Asocio maíz-cucurbitácea	115
Fotos 22 y 23. Semillas criollas de maíz y de frijol	127
Fotografías 24 y 25. Sorgo millón cultivado en la zona seca de S. José de Cusmapa	135
Fotos 26 y 27. Cultivo de Chía y plantas de Chan	148
Fotografías 28 y 29. Plantío (izq.) y granos de Amaranto (der)	154
Fotos 30 y 31. Plantación de Marango y vainas de la misma planta	161
Fotos 32 y 33. Cultivo sábila y hojas (pencas) recién cosechadas	165
Fotografías 34 y 35. Cultivo de henequén y secado de la fibra	171
Fotos 36 y 37. Plantío de Jojoba, nótese el suelo pobre y con muchas rocas en la superficie y frutos de jojoba en proceso de maduración	174
Fotografías 38 y 39. Cultivo de nopal verdura en una zona seca y recolección de nopalitas	179
Fotografía 40. Cultivo de nopal verdura en un lomerío de una zona seca	179
Fotografía 41. Planta adulta de tempate	184
Fotografía 42. Frutos de tempate	184
Fotografía 43. Distribución del contenido de azúcares en la planta de sorgo dulce	189
Fotos 44 y 45. Plantío y panoja de sorgo dulce	191
Fotos 46 y 47. Panela nacional y panela para exportación (Colombia)	193
Fotos 48 y 49. Planta de jícara y asociación pastos-jícara-ganadería zona seca de El Sauce, León	201
Fotos 50 y 51. El jocote y el marañón son frutas que prosperan en las zonas secas	205
Fotografía 52. Agave americana	206
Fotografía 53. Agave angustifolia	207
Fotografía 54. Agave victoriae-reginae	207
Fotografía 55. Neobuxbaumia tetetzo	208
Fotografía 56. Yucca elephantipes	208
Fotografía 57. Opuntia ficus indica	209

Fotografía 58. Palma cyca	209
Fotografía 59. Árbol de Tigüilote	222
Fotografía 60. Acacia amarilla	222
Fotografías 61 y 62. Resultados de un HHF: cultivo de lechugas en sustrato sólido; (izq): cultivo de lechugas por raíz colgante (der). Nótese que en ambos casos se usan cajones de madera cubiertos de plástico, nada sofisticado y al alcance de cualquiera	233
Fotografía 63. Estantes de hierro que soportan 480 bandejas con FVH, en solo 75 m ²	235
Fotografía 64 y 65. Túnel equipado con camas y bandejas de germinación para posterior trasplante y cultivo de tomates en túnel (nótese el sistema de riego por goteo)	239
Fotografías 66 y 67. Revestimiento de “camas” con cinta plástica dentro de un túnel y demostración de cultivo en túneles en Sébaco; nótese la fuente de agua para el riego por goteo: un tonel plástico de 52 galones	240
Fotografías 68 y 69. Silo cincho, liviano, móvil, muy versátil y combinación de bebedero y bloques nutricionales para evitar que el ganado se desplace mucho en zonas secas (der).....	251
Fotografías 70 y 71. Aprisco rústico y ovejas pelibuey “pastando” en un terreno en San José de Cusmapa (Fotos cortesía Ing. Ramón Guevara)	260
Fotografía 72. Macho Dorper, ideal para mejorar la producción de carne	262
Fotografías 73 y 74. Tilapia gris (<i>Oreochromis niloticus</i>) y represa en zona seca para cultivo de tilapia	273
Fotografías 75 y 76. Iguana iguana y <i>Ctenosaura pectinata</i>	275
Fotografías 77 y 78. Zoocriadero rústico y jaula para el mismo fin	277
Fotografías 79 y 80. Colmenas y obtención de miel “de jicote”	283

INDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa de Zonas de Vida de Holdridge	32
Mapa 2. Ubicación del corredor seco de Centro América.....	32
Mapa 3. Zonas secas a nivel nacional	32
Mapa 4. Mapa de probabilidad de amenaza por sequía meteorológica en el periodo 1970-1997	32
Mapa 5. Intensidad de los períodos caniculares en Nicaragua.....	40
Mapa 6. Nicaragua, precipitación media anual.....	40
Mapas 7 y 8: Coincidencia entre la ubicación de las zonas secas y los niveles de pobreza predominantes	44
Mapa 9. Disponibilidad de aguas superficiales por región, en Nicaragua	56
Mapa 10. Disponibilidad de aguas subterráneas por región, Nicaragua	10
Mapa 11. Mapa de Cuencas Hidrográficas, Nicaragua	63
Mapa 12. Área de zonas secas sobrepuestas en el Mapa de Cuencas Hidrográficas.....	63
Mapa 13. Parte de la sub-cuenca del río Coco en el área correspondiente a la zona seca centro-norte.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Calendario estacional en el Corredor seco de Nicaragua: los meses críticos.....	26
Figura 2. Cambio Climático, sequía e InSAN	51
Figura 3. La cuenca hidrográfica como espacio y territorio	67
Figura 4. El círculo vicioso Vulnerabilidad-Sequía-Emergencia	74
Figura 5. Representación del riesgo climático	75
Figura 6. Fases cíclicas del ciclo de gestión de la sequía	77
Figura 7. Diseño sencillo de captación de agua en techos	85
Figura 8. Pequeña represa aprovechando una cárcava y escorrentía natural	88
Figura 9. Presas filtrantes.....	89

Figuras 10 y 11. Captación de agua en terrazas destinadas a árboles forestales y/o frutales y camellones de piedra en curvas de nivel para retención de la escorrentía.....	93
Figuras 12 y 13. Pequeñas represas con madera y piedra, para interceptar cárcavas, evitar erosión y retener la humedad.....	96
Figura 14. Las variedades de millón cultivadas en Madriz y Limay	134
Figura 15. Interrelación entre dieta inadecuada y productividad	137
Figura 16. Uso integral de planta de Moringa (Marango)	160
Figura 17. Diagrama simple mostrando la conversión de sorgo dulce en etanol	190
Figura 18. Proceso de obtención de etanol y otros productos a partir del sorgo dulce	190
Figura 19. Diagrama de flujo para elaboración de panela a partir de sorgo dulce	193
Figura 20. Rendimiento de una tonelada de fruto fresco de jícara	197
Figura 21. Diseño de un túnel de 15 metros de longitud y tres metros de ancho	238
Figura 22. Técnica de Tapa Flotante y Carrusel Giratorio para aplicar la mezcla Melaza-Urea.....	255
Figura 23. Sistema integrado patos-peces	271
Figura 24. Sistemas integrados cerdo-peces y pollos-peces.....	273

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AGE	Ácidos grasos esenciales
AQP	Análisis químico proximal
CC	Cambio climático
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (El Salvador)
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIC	Capacidad de intercambio de cationes
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CONASEM	Comisión Nacional de Semillas
DQO	Demanda química de oxígeno
EDA	Enfermedades diarreicas agudas
EE	Extracto etéreo
ELN	Extracto libre de nitrógeno
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FP	Fito mejoramiento participativo
GEI	Gases de efecto invernadero
GRD	Gestión de Riesgos de Desastres
HHF	Huertos hidropónicos familiares
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación a la Agricultura
INCAP	Instituto de Nutrición de C. América y Panamá
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INTA	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
InSAN	Inseguridad alimentaria y nutricional

IRA	Infecciones respiratorias agudas
INTSORMIL	Programa Internacional de Sorgo y Mijo
IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático
MAGFOR	Ministerio Agropecuario y Forestal
MARENA	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales
MIDINRA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PASOLAC	Programa de Agricultura Sostenible en las Laderas de América Central
PCaC	Programa Campesino a Campesino
PNUD	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
RRD	Reducción de Riesgo de desastre
SAF	Sistemas Agroforestales
SAN	Seguridad Alimentaria y Nutricional
TROPISEC	Programa del Trópico Seco
UNA	Universidad Nacional Agraria
UNAG	Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos
Ha	Hectárea (10,000 metros cuadrados)
Mz	Manzana (7,000 metros cuadrados)
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetros
mg	Miligramo
qq	Quintal (100 libras)
ACF	Acción contra el Hambre

Sobre el Autor:

Guillermo Bendaña García es Ingeniero Agrónomo, con maestrías en Ciencias de Alimentos y Nutrición y en Manejo de Recursos Naturales; es Especialista en Suelos y Diplomado en Seguridad Alimentaria y Nutricional.

Las obras que escribe y los casos y ejemplos que cita, son fruto de su amplia experiencia profesional adquirida a través de los años en instituciones estatales, organismos internacionales y en su desempeño como Consultor Agropecuario y como miembro de la Fundación Siempre Verde.

Otras obras del mismo autor:

Alternativas Alimenticias para Animales.

Ganadería y Medio Ambiente: La Interrelación Ganadería-Medio Ambiente.

Energía para un Desarrollo Rural Sostenible.

Problemas Ecológicos Globales: ¿El Principio del Fin de la Especie Humana?

A Mamá (Doña Zeneida): centro de encuentros de amor y cariño, promotora de fraternidad, solidaridad y humanismo, representación del recuerdo del padre y el presente de la madre.

PRÓLOGO

“Olvidamos que el ciclo del agua y el ciclo de la vida son uno mismo”.
Jacques Cousteau

“No se aprecia el valor del agua hasta que se seca el pozo”.
Proverbio inglés.

El agua, al igual que el aire, el fuego y el viento, es un elemento indispensable para todas las formas de vida terrestre. Ningún ser vivo puede vivir sin ella: los asentamientos humanos antiguos florecieron siempre a orillas de los ríos caudalosos. La escasez de agua ha sido la causa de la desaparición de prósperas civilizaciones. Sin el agua no hay vida, es nuestro recurso más precioso y debe tratarse como tal. Lo que parecería algo sabido, en verdad no es así. Muy poco sabemos del agua, cómo usarla y cómo conservarla.

El agua contribuye de manera efectiva tanto a la agricultura como a la seguridad alimentaria y nutricional. Para valorar su importancia, es útil entender y asimilar primeramente, el papel que juega el agua desde el punto de vista eco hidrológico: es el sustento de los ecosistemas acuáticos. De igual manera, es aprovechada para el consumo humano, la industria, el riego, las actividades turísticas y la generación de hidroenergía de un país.

La inseguridad alimentaria está fuertemente asociada a la pobreza rural. Esta inseguridad es provocada en parte por el secamiento de los ríos y por la baja de los niveles freáticos de los acuíferos.

Los efectos del cambio climático, por otro lado, vienen a agravar la problemática de cómo incide el agua en la seguridad alimentaria. El calentamiento global ocasiona un estrés de calor que reduce los rendimientos agrícolas, mientras que el cambio en el patrón (volumen, intensidad, variabilidad) de lluvias y del ciclo hidrológico puede implicar lluvias intensas, sequías e inundaciones más frecuentes, provocando incertidumbre y reduciendo la producción agrícola.

En consecuencia, queda claro que la recurrencia de fenómenos climatológicos adversos repercute negativamente en la producción agropecuaria y forestal y en los

ingresos de los y las productores/as y sus familias. La sequía es uno de los desastres naturales más complejos y que impacta a más personas en el mundo. Además de sus efectos directos en la producción, las consecuencias de las sequías pueden prevalecer por varios años, con un efecto negativo en el desarrollo.

Cuando los modelos de predicción climática indican una tendencia al incremento de la ocurrencia de eventos climáticos extremos, se hace evidente la necesidad de mejorar su conocimiento y la forma de enfrentarlos. Los impactos de las sequías dependen de la vulnerabilidad y de la habilidad de las comunidades para enfrentar el fenómeno, lo que a su vez está influido por las condiciones socioeconómicas, productivas y de calidad de los recursos de las poblaciones.

Se estima que más de un millón de familias centroamericanas viven de la agricultura de subsistencia o de consumo familiar. Estas familias se encuentran en alrededor de 190 municipios de Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua; la mayoría de ellas viven en condiciones de pobreza, sobre todo en el sector rural, afectando especialmente a las mujeres. Se puede afirmar que la presencia de la sequía produce una baja sensible en la producción agropecuaria, quebranta la base alimenticia, impide la comercialización de los productos agropecuarios, disminuye los ingresos y potencializa esta pobreza. La sequía contribuye al aumento de la inseguridad alimentaria y a la disminución de la fertilidad de un suelo, provocando la emigración a las ciudades y el incremento de nuevas bolsas de pobreza.

En fin, la estrecha relación entre sequía y pobreza, indica que este binomio debe ser enfrentado desde diferentes ángulos, introduciendo en las agendas de las autoridades (nacionales y locales), políticas y estrategias que permitan desarrollar acciones y medidas colectivas de prevención sostenible, que contribuyan eficazmente a la reducción del riesgo de sequías.

El ingeniero agrónomo Guillermo Bendaña García (Diriamba, Nicaragua) ha puesto en nuestras manos su última cosecha bibliográfica intitulada **AGUA, AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LAS ZONAS SECAS DE NICARAGUA**. Esta obra, aborda en veintidós capítulos el conocimiento y el reconocimiento de prácticas ancestrales olvidadas u omitidas. Hablar de cambio climático y variación climática adquiere relevancia, novedad, esperanza, más cuando se hace un amplio recorrido por las zonas secas de la geografía nicaragüense con ojos nicaragüenses. Mérito que sólo lo da la constancia, la persistencia y la pasión con que el ingeniero Bendaña aborda y abarca las zonas secas, en el contexto agronómico, agroambiental, físico-químico, hidrográfico y de seguridad alimentaria y nutricional.

En un contexto de clima variable, la capacidad de transformar la agricultura para alimentar a una población creciente sin perjudicar la base de recursos naturales no sólo permitirá alcanzar los objetivos de seguridad alimentaria sino que también ayudará a mitigar los efectos negativos del cambio climático. Una agricultura más productiva y resistente requerirá una mejor gestión de los recursos naturales, como la tierra, el agua, el suelo y los recursos genéticos, a través de buenas prácticas como la agricultura de conservación, el control integrado de plagas, la agroforestería y las dietas sostenibles.

Un aspecto del que trata **AGUA, AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LAS ZONAS SECAS DE NICARAGUA**, es precisamente el de la sequía, la que no debe verse sólo como la ausencia de precipitaciones anuales o alteraciones al régimen de lluvias, sino también del estado de la humedad del suelo y la insuficiencia de aguas superficiales y subterráneas en la geografía de las zonas secas de Nicaragua; y que está siendo desaprovechado o malamente explotado.

La amplia ilustración que ofrece este libro, invita al conocimiento y también a la reflexión, de tal modo, que autoridades, investigadores, académicos, productores y productoras, medios de comunicación social y población en general, tenemos la oportunidad de contribuir a mejorar las condiciones ambientales y productivas, enfrentando colectivamente las amenazas naturales recurrentes, entre ellas, la sequía. Se dice que la sequía es un tipo de desastre catalogado como de inicio lento o crónico, lo que brinda oportunidades de enfrentarlo de manera más eficiente, como la aplicación de ciertas tecnologías y buenas prácticas agrícolas.

La sequía que padecen las zonas secas de Nicaragua, afecta más de 30 mil kilómetros cuadrados del territorio nacional y además, es recurrente y secuencial, no es casual ni esporádica y, por tanto, va a seguir ocurriendo en los próximos años de manera más grave, según los avances del cambio climático.

La Fundación Acción Internacional contra el Hambre (ACF) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) han unido esfuerzos y conocimientos, con el apoyo financiero de la Dirección General de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO), para ejecutar el proyecto regional **“Aumento de la Resiliencia de los Medios de Vida de los Pequeños Productores ante la Sequía en el Corredor Seco de América Central”**, el cual pretende ensayar acciones dirigidas a posicionar y desarrollar instrumentos de buenas prácticas agrícolas y agroforestales, gestión de riesgos de desastres, monitoreo y vigilancia nutricional, así como dotar de herramientas para el mejoramiento de acceso y consumo de agua potable.

Esta publicación se edita en el marco de este proyecto para promover el conocimiento sobre las zonas secas de Nicaragua y las buenas prácticas, con el fin de aumentar la resiliencia frente al cambio climático en productores/as, autoridades locales y nacionales, etc.

A lo largo de esta obra tendremos la oportunidad de redescubrir la importancia y composición de cultivos, prácticamente marginados (por no decir, olvidados) como: Chía, Chan, Amaranto, Marango, Sábila, Jojoba, Henequén, Nopal, Tempate, Sorgos dulces y Jícara sabanero. Conocer las bondades de frutos y el desarrollo de la fruticultura del mango, marañón, jocote, piñuela, pitahaya, tamarindo, nancite, icaco y vid. Plantas ornamentales, tanto de follaje como de flores.

Pero, Eureka!, la gran mayoría de los suelos no están siendo utilizados de acuerdo a su vocación o capacidad de uso. Gran parte del territorio nacional es de vocación forestal... expuesto a agentes erosivos. De aquí, la necesidad de impulsar los sistemas agroforestales, silvopastoriles y agrosilvopastoriles que propugnen por el desarrollo de especies arbóreas como Eucalipto, Guácimo, Leucaena, Madero Negro o Neem.

No menos importante es la Hidroponía Familiar o Huertos Hidropónicos Familiares, la cual es una tecnología accesible, que puede llevar adelante cualquier persona sin conocimientos previos de agronomía, y que se puede aplicar en todo tipo de clima, para cultivar hortalizas, verduras, frutas, plantas aromáticas y medicinales, tanto para autoconsumo, como para producción en gran escala.

En esta misma línea, encontramos que la henificación y el ensilaje son prácticas poco conocidas o mal empleadas en las zonas secas, pues muchas veces, se hacen de manera rudimentaria, lo cual limita la capacidad de reproducción de la ganadería. Igualmente, la acuicultura y la apicultura son actividades económicas poco desarrolladas, pero que representan una fuente alternativa para las familias de los pequeños y medianos productores, sin hubiesen condiciones de políticas, estrategias y planes de acción orientadas a enfrentar los riesgos de desastres naturales.

Es claro que hay que actuar desde ya, y **AGUA, AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LAS ZONAS SECAS DE NICARAGUA**, nos ofrece la oportunidad de reiniciar los pasos necesarios para evitar la “desertificación” de Nicaragua.

Coordinación Regional
Proyecto Corredor Seco Centroamericano
ACF y FAO



La sequía y sus características en Nicaragua.

Las zonas secas.

Las zonas secas son unidades geográficas y ecológicas con características propias, entre las que destaca la poca precipitación, que ocasiona la presencia de un tiempo seco de larga duración (desde 6 a 8 meses en Nicaragua, dependiendo de la región); estos ecosistemas reciben lluvias de manera muy irregular resultando en el que sean muy frágiles, fragilidad que se incrementa al estar siempre amenazados por la actividad antropogénica.

En la mayor parte de las zonas secas del país, los suelos, de manera general, se caracterizan por ser superficiales, con afloramientos rocosos en la superficie, pedregosos, a veces cargados de arrastres de origen coluvio-aluvial, muy permeables, de drenaje excesivo; son casi siempre de moderada a poca profundidad, de pendientes de onduladas a ligeramente escarpadas o escarpadas, por lo que la superficie laborable en éstos es relativamente pequeña si se compara con toda la extensión de montañas, llanos y lomeríos pedregosos que componen el resto del paisaje; paralelo a ello, tienen la desventaja de que sus depósitos de agua subterránea son muy pobres y muy profundos. Existen zonas secas de relieve plano a ligeramente ondulado, con suelos de texturas pesadas, son los “llanos” ocupados por Vertisoles.

El bosque natural en las zonas secas se encuentra drásticamente alterado y ha dado lugar a espacios completamente deforestados, con cultivos de

subsistencia, potreros con pastos naturales de poco valor nutritivo, especies de matorrales y arbustos espinosos; se estima que en las zonas secas persiste menos de un 1% de la vegetación nativa y de esto, prácticamente nada se encuentra en estado natural, excepto en las riveras de algunos ríos y riachuelos. Como puede deducirse, aparte de condiciones climáticas extremas, la acción del hombre ha tenido mucho que ver en que en determinada zona escaseen las precipitaciones a tal grado que se consideren como “secas”. De acuerdo con el Mapa de Zonas de Vida de Holdridge, las zonas secas de Nicaragua ocupan los bosques secos subtropicales y tropicales (Mapa 1).



Fotografías 1 y 1a. Paisaje de la zona seca de Madriz (izq.)
y de la zona seca de Carazo (der.)

Considerando que es difícil encontrar una actividad en la que no se utilice agua en mayor o menor cantidad para llevarla a feliz término, la afectación debida a la sequía se vuelve muy significativa y es por eso que el mayor de los problemas de las zonas secas es la baja productividad en el sector agropecuario y la escasa posibilidad de explotación de los recursos naturales propios de esos sistemas ecológicos, ocasionando bajos niveles de vida a sus pobladores que subsisten principalmente de la cría y explotación de ganado mayor y menor y de ciertos cultivos de temporal tales como maíz, sorgo y frijol y en la temporada crítica de Junio - Julio (ver Figura 1: Calendario Estacional) donde sus reservas alimenticias están en cero se alimentan de ciertas frutas de la temporada como mango, jocote, flor de izote, etc. Otras de las actividades de ingreso complementarias desarrolladas por las familias rurales de las zonas secas son la migración (dentro o fuera del país) y la extracción de leña para comercializar en poblados y ciudades cercanas, lo cual acelera la desestabilización de los suelos y contribuye con el deterioro del medio ambiente y la fauna local.

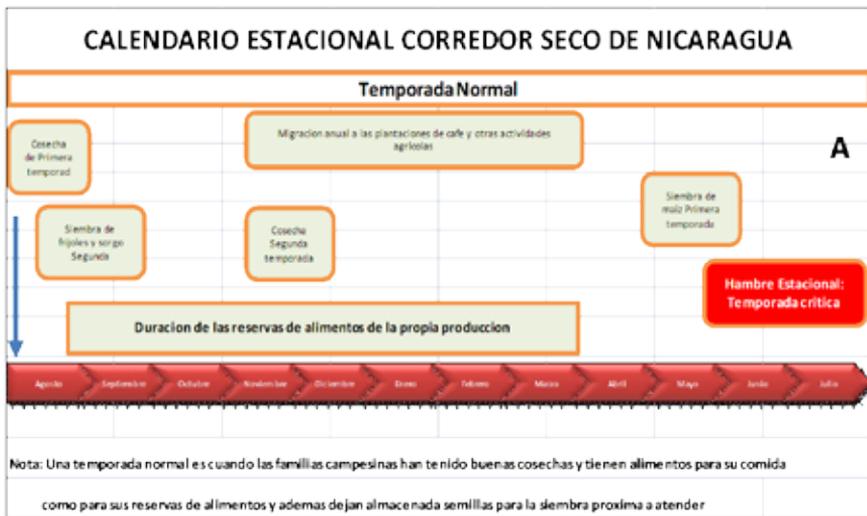


Figura 1. Calendario estacional en el Corredor seco de Nicaragua: los meses críticos.

Fuente: Octavo Informe de Seguimiento. Guevara R. ACF – E (10).

Sequía y Aridez.

El término **sequía** procede del latín *siccum* que designaba a los lugares secos y áridos y su definición es en sí algo problemática debido a que en su conceptualización intervienen otros términos tales como “condiciones normales” o “valores promedio”, que son, hasta cierto punto difíciles de evaluar y aunque se basan en cifras de valor estadístico, no obedecen a una regla matemática exacta, interviniendo en ellos conceptos no concretos, (“normal”, “promedio”), sobre todo cuando se trata de la incidencia de algo tan variable como son las condiciones climáticas de una zona o región. Por ejemplo, la “normalidad” en el clima de una región dependerá de la información con que se cuente (estadísticas, observaciones satelitales, etc.); si no se cuenta con datos fidedignos acumulados por mucho tiempo, esa “normalidad” no es exacta ni mucho menos.

No obstante aprovecharemos ciertas definiciones para introducirnos a los términos “sequía” y “aridez”, los que algunas veces se confunden y usan inapropiadamente.

La sequía se considera como una situación climática anómala y temporal que resulta de la escasez o mala distribución prolongada de la precipitación y de la evaporación en exceso, en la que la disponibilidad de agua está por debajo de los parámetros “normales” acostumbrados, siendo insuficiente para satisfacer las necesidades básicas de los seres vivos, incluyendo en ellos a seres humanos, plantas y animales; altera también el recurso hídrico que puede captarse desde el suelo. El mayor o menor déficit presentado determina la intensidad de la sequía. En muchas regiones la aparición de la sequía es regular en duración y época de aparición y se tienen definidos los períodos secos en que se presenta, mientras que en otras es un fenómeno recurrente que al aparecer se considera irregular y esporádico.

Por tanto la sequía se caracteriza por la ausencia de agua de lluvias, es de carácter temporal, aunque pueden coincidir otros factores climáticos asociados a ella que agravan su severidad, tales como altas temperaturas, fuertes vientos y baja humedad relativa. Debido a estas características la sequía es considerada como un desastre natural, su aparición ocasiona una escasez de agua para el desarrollo de actividades de grupos o sectores de la población, flora y fauna, pero sobre todo al sector agropecuario, ya que no existe agua suficiente para el desarrollo de los cultivos y los animales se deshidratan, causando graves pérdidas económicas, convirtiéndose en el riesgo natural que mayor número de afectados y repercusiones económicas genera en los territorios donde se desarrolla.

La sequía es en sí un componente normal de la variabilidad climática y se da en todas partes del planeta, aunque aparece con mayor frecuencia y probabilidad en las regiones semiáridas y subhúmedas.

Mientras que **la aridez** es la escasez de lluvias como característica permanente del clima de una determinada zona o región, siendo propia de zonas desérticas; la aridez puede generar la **desertización del terreno**, adquiriendo las características de los desiertos ante la degradación del suelo causado por la ausencia de agua y otros factores como el pisoteo del ganado, el uso de maquinaria agrícola pesada y la deforestación.

Conociendo los conceptos de sequía y aridez, hay que conocer los diferentes tipos de sequía, comenzando por saber que en éstas existen cinco aspectos que son susceptibles de análisis con la información disponible y que permiten diferenciar y tipificar los episodios registrados en una sequía: el

emplazamiento, la duración, el periodo de retorno, la cantidad de eventos anuales y la distancia de S (Ds):

El Emplazamiento. Indica la localización espacial de la sequía. Su delimitación exacta es muy difícil, ya que deben conocerse los datos y registros en el terreno para deducir sus dimensiones. Por tanto, la certeza de su emplazamiento dependerá de la cantidad y ubicación de las estaciones o redes de monitoreo meteorológico con que se cuenta en la región, zona o país.

La Duración. Este parámetro está determinado por la cantidad de tiempo, generalmente meses de manera consecutiva, en que se extiende el fenómeno.

El Periodo de Retorno. Corresponde al tiempo medio o esperado entre dos sequías de características similares en cuanto a duración en un mismo sitio de registro.

Los Eventos Anuales. Es una sumatoria del total de episodios que se contabilizan en un año en una estación o un determinado espacio geográfico, según sea la ventana de análisis que se utilice.

La Distancia de S (Ds). La reducción de la precipitación a cero milímetros en una estación o unidad de registro, debe pasar por un recorrido estadísticamente establecido, basado en los registros históricos de precipitación. En zonas o regiones donde existen niveles de precipitación relativamente bajos, las condiciones de variabilidad climática pueden generar con cierta facilidad episodios de sequía. Caso contrario es el de zonas en donde los registros muestran un recorrido estadístico mayor para llegar a experimentar sequía. Por tanto la Ds da una indicación de la intensidad del evento a partir de las reducciones reales respecto a los promedios.

Los diferentes tipos de sequía.

De acuerdo con la Dirección de Meteorología de INETER (13) y basados en diversas disciplinas científicas o en las actividades económicas afectadas por la sequía como la agricultura, ganadería, industria, recreación, turismo, etc., se han establecido varios tipos de sequía:

Sequía Meteorológica. Se identifica según el grado de sequedad que provoca, en comparación con algún promedio estadístico y la duración del periodo

seco, considerando las distintas regiones y sus precipitaciones. Es decir, que ocurre durante uno o varios meses cuando hay una ausencia prolongada, una deficiencia marcada o una pobre distribución de la precipitación pluvial, que afecta adversamente las actividades humanas. La sequía meteorológica se debe considerar como específica de una región, considerando las condiciones atmosféricas y climáticas propias de esa zona o región.

Sequía Agrícola. Se presenta cuando no hay suficiente humedad en el suelo para satisfacer los requerimientos mínimos de las plantas, en sus distintas fases de desarrollo. La sequía agrícola ocurre después de la sequía meteorológica y antes de la sequía hidrológica y suele ser el primer factor que afecta la agricultura. Este tipo de sequía liga varias características de la sequía meteorológica sobre los impactos a la agricultura, centrándose en la escasez de precipitación, diferencias entre la evapotranspiración real y potencial, el déficit del agua del suelo, reduciendo el agua subterránea o el nivel del depósito hídrico, y así sucesivamente. La demanda de agua de las plantas depende de las condiciones atmosféricas que prevalecen, de las características biológicas específicas de la planta, de su etapa de desarrollo y de las características físicas y biológicas del suelo. Una buena comprensión de sequía agrícola debe poder explicar la susceptibilidad a la falta de agua de las cosechas durante sus diversos estados fenológicos, desde la germinación hasta la madurez, aunque si la humedad del suelo es suficiente para los requisitos iniciales del crecimiento, las deficiencias en humedad del subsuelo en este primer tiempo pueden no afectar la producción final si se llena esa humedad mientras progresa la etapa de crecimiento o si la precipitación logra satisfacer el agua que la planta necesita.

Sequía Hidrológica. Se refiere a las insuficiencias en el agua superficial y subterránea. Esta sequía no es apreciada de inmediato sino cuando las precipitaciones se reducen durante un largo tiempo y disminuyen los niveles de los ríos, embalses y lagos; suele ocurrir tras las sequías meteorológica y agrícola. Como en toda sequía, el clima es el primer factor que contribuye a ella; también los cambios en el uso de la tierra pueden alterar las características hidrológicas e incidir en este tipo de sequía; está asociada a los períodos de déficit de precipitación en el abastecimiento de agua superficial o sub-superficial del suelo y considera, además de las deficiencias en la precipitación, los componentes del sistema hidrológico tales como humedad del suelo y niveles del agua subterránea y del depósito. Las sequías hidrológicas son generalmente fuera de fase, se retrasan a la ocurrencia de

sequías meteorológicas y agrícolas. Consecuentemente, estos impactos fuera de fase afectan otros sectores económicos; por ejemplo, una deficiencia de la precipitación puede dar lugar a un agotamiento rápido de la humedad del suelo que es casi inmediatamente perceptible por los agricultores, pero el impacto de esta deficiencia en niveles del depósito superficial o subterráneo puede no afectar por muchos meses la producción de energía hidroeléctrica o las aplicaciones recreativas, aunque al final, el impacto será contundente.

Conociendo los diferentes tipos de sequía, su presencia en el terreno puede resumirse así: cuando la causa de la sequía es la disminución o ausencia de lluvias por un período prolongado, estamos en presencia de la sequía meteorológica; si perdura, deriva en una sequía agrícola caracterizada por la diferencia entre disponibilidad natural de agua y demanda natural de agua (plantas y animales), y en casos extremos se puede llegar a la sequía hidrológica.

La diferencia de estos tres tipos de sequía también se pone de manifiesto a través de los impactos que ocasionan. Cuando la sequía comienza, el sector agrícola es generalmente el primer afectado al estar ligado a la humedad del suelo; si la escasez de precipitaciones continúa, acabarán siendo afectados los consumidores que dependen del agua superficial o subterránea y otras actividades más; si se prolonga, afectará la producción hidroeléctrica, industrial, etc.



Distribución geográfica de las zonas secas de Nicaragua

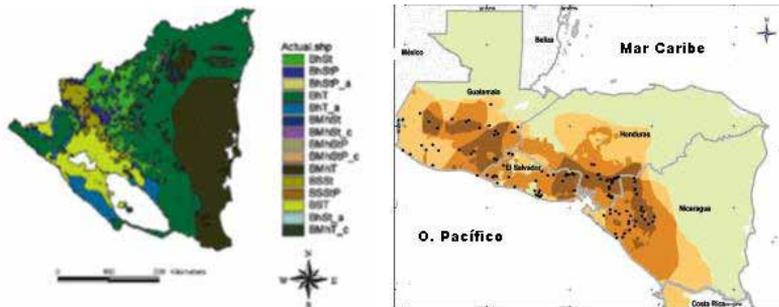
Extensión de las zonas secas en Nicaragua.

A nivel mundial, el 47% de la superficie terrestre corresponde a zonas áridas y secas. En Nicaragua, con una extensión total de 129,494 kilómetros cuadrados, la sequía afecta una considerable área: 39,000 kilómetros cuadrados (23), equivalentes a un 30.1% del territorio nacional, una superficie mayor que la República de El Salvador; por tanto su efecto, tiene una dimensión nacional e incluso regional, ya que su ocurrencia en los departamentos del norte (Madriz, Nueva Segovia, Estelí), repercute en las zonas fronterizas de Honduras y El Salvador.

El “Corredor Seco” de Centro América.

En el Mapa 2 se muestra el denominado “Corredor Seco” de Centro América, donde cada vez que se presenta el fenómeno climático de El Niño, éste aleja las lluvias en los meses de julio a setiembre y a veces más, período clave en el desarrollo de los cultivos en esa área, interrumpiendo el ciclo productivo, afectando el este de Guatemala, el nor-este de El Salvador, el centro-sur de Honduras y el norte de Nicaragua, donde gran parte de la población campesina de estas zonas, depende enteramente de sus cosechas para su diaria alimentación, siendo afectadas seriamente hasta llegar a casos de hambre extrema, principalmente en los meses catalogados como críticos

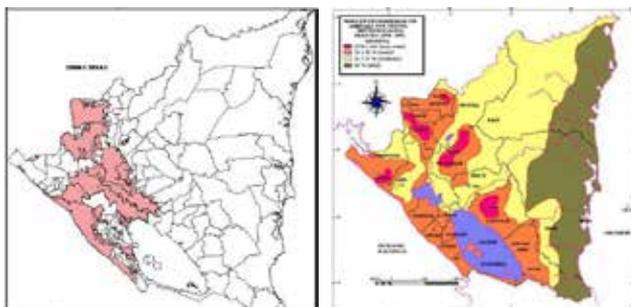
y que corresponden a lo que se le llama el “período de hambre estacional”. Se calcula que en el Corredor Seco de Centroamérica, más de un millón de familias viven de la agricultura de subsistencia, es decir cosechando solo para el consumo familiar.



Mapa 1. Mapa de Zonas de Vida de Holdridge
 Mapa 2. Ubicación del corredor seco de Centro América

Las zonas secas a nivel nacional.

En el Mapa 3 se observa la ubicación de las zonas secas a nivel nacional, que pueden identificarse de la siguiente manera: zona centro-norte (comprende parte de los departamentos de Madriz, Nueva Segovia y Estelí), la zona centro-sur, con pequeñas áreas de los departamentos de Matagalpa, Boaco y Chontales; Chinandega Norte, Managua Norte y la zona paralela al Océano Pacífico que incluye parte de los departamentos de León, Managua, Carazo y Rivas. Existen otras pequeñas áreas aisladas incluidas en el Mapa 3.



Mapa 3. Zonas secas a nivel nacional (Fuente: MARENA)
 Mapa 4. Mapa de probabilidad de amenaza por sequía meteorológica en el periodo 1970-1997. (Fuente: INETER).

El corredor seco nicaragüense y las diferentes zonas secas de Nicaragua.

El denominado Corredor Seco de Nicaragua es una prolongación de las áreas del mismo nombre que inician en Guatemala, atraviesan El Salvador y Honduras, pasan por nuestro país y continúan en Costa Rica (ver Mapas 2 y 3). No obstante, el Corredor Seco de Nicaragua, no delimita ni representa al resto de zonas secas a lo interno del país. Al contrario, las zonas secas incluyen áreas que difieren entre sí y que, desde varios puntos de vista, ameritan atenciones particulares, ya que existen marcadas diferencias en cuanto a condiciones climáticas, geológicas, edáficas y otras, que justifican un trato diferenciado entre ellas. El Cuadro 1 muestra con claridad varias características climáticas, que afirman lo anterior. Debe advertirse que los parámetros citados en el Cuadro 1, corresponden a años normales en cuanto a comportamiento climático en todas las variables; los años con sequías o períodos caniculares prolongados, difieren mucho de estas cifras.

El Cuadro 2, aunque tan explícito como el Cuadro 1, señala variables menos conocidas y manejables, aunque tanto o más válidas que las anteriores y, como puede verse, señalan marcadas diferencias en parámetros tan básicos como son geología, suelos y otras características edáficas, lo que indica que deben aplicarse diferente métodos de conservación y manejo en cada una de las zonas secas y a lo interno de las mismas.

Después de observar dichos cuadros, queda claro que existen marcadas diferencias tanto dentro de una zona seca como entre ellas mismas y cuando se menciona el Corredor Seco de Nicaragua, se refiere más a la zona seca del centro-norte (Madriz, Nueva Segovia, Estelí), la cual es, entre todas ellas, la más afectada por la sequía.

El Mapa 4 expone las amenazas de sequía meteorológica en el territorio nacional en el período 1970-1997, datos que aún son un buen indicador:

Cuadro 1. Diferencias en variables climáticas en las diferentes zonas secas de Nicaragua

Zona	Rangos en Altitud (msnm)	Rangos en Temperatura media anual (°C)	Rangos en precipitación media anual (mm/año)	Período canicular
Centro-Norte (Madriz, N. Segovia, Estelí)	600 -1000 1000-1600	17.5-18.5 18.5-19.5 19.5-20.5	< 800 800-900	Severo
Chinandega Norte	0-200 200-400	24.5-25.5 25.5-26.5	900-1000	Definido
Centro Sur (Matagalpa, Boaco, Chontales)	200-400 400-600	25.5-26.5	900-1000 1000-1200	Definido Acentuado
Managua Norte	0-200	26.5-27.5	900-1000 1000-1200	Severo
Paralela al O. Pacífico (León, Managua, Carazo, Rivas)	0-200	25.5-26.5 26.5-27.5	1200-1400 1400-1600	Severo Definido

Fuentes de cifras: INETER, MARENA, MAGFOR.

El contraste a las zonas secas: la riqueza en recursos hídricos de Nicaragua.

En contraste con las áreas afectadas por la sequía, nuestro país, el más grande de Centroamérica, es rico en recursos hídricos ya que casi un 15% de su superficie (unos 19,000 kilómetros cuadrados) está constituido por lagos, lagunas y ríos. Solo los lagos Cocibolca (8,157 kilómetros cuadrados) y Xolotlán (1,016 kilómetros cuadrados) cubren aproximadamente el 7.5% del territorio nacional. Entre los lagos, lagunas y reservorios de agua superficiales, los más importantes son:

En el litoral Atlántico: La lagunas de Bismuna, Pahara, Karatá, Wounta, y Pearl Lagoon. Todas son afectadas por las mareas y son de agua salobre no utilizable para consumo humano o animal. En Jinotega, a 160 Km de Managua, está el reservorio artificial más grande del país, el embalse de Apanás, con una superficie de aproximadamente 51 km², construido en el Río Tuma con propósitos hidroeléctricos. En Boaco (Teustepe), el embalse de Las Canoas, construido en 1982 para irrigar un ingenio azucarero ya clausurado, tiene potencial de generación hidroeléctrica y es utilizado para el riego de arroz. Las lagunas en la zona del Pacífico son muchas: Apoyeque, Apoyo, Asososca, Jiloá, Tiscapa y Masaya; de hecho, uno de los pocos reservorios de aguas naturales que se usa para consumo humano, es el proveniente de Asososca, que con una superficie de aproximadamente 0.8 kilómetros cuadrados, todavía es una importante fuente de agua para la ciudad de Managua, abasteciendo entre un 14 a 20% del consumo de la capital.

Cuadro 2. Diferencias en geología y suelos de las diferentes zonas secas de Nicaragua.

Zona	Formación Geológica	Ordenes de suelos	Pendientes (%)	Texturas
Centro-Norte (Madriz, N. Segovia, Estelí)	El Fraile: sedimentos clásticos. Grupo Matagalpa y Tamarindo: rocas volcánicas y sedimentos límnicos Grupo Coyol: ignimbritas y lavas	Entisoles, Alfisoles, Molisoles Ultisoles	30-50 >50	Franco arenoso F. areno/limoso Franco arcilloso
Chinandega Norte	Aluviones (zonas bajas); Grupo Matagalpa y Tamarindo: rocas volcánicas y sedimentos límnicos	Molisoles Vertisoles	0-15 30-50	Franco arcilloso Arcilloso pesado
Centro Sur (Matagalpa, Boaco, Chontales)	Aluviones, Grupo Matagalpa y Tamarindo: rocas volcánicas y sedimentos límnicos	Inceptisoles Alfisoles Vertisoles	0-15 15-30	Franco arcilloso Arcilloso pesado

Managua Norte	Aluviones Grupo Coyol: ignimbritas y lavas	Vertisoles	0-15	Arcilloso pesado, Franco arcilloso
Paralelo al Océano Pacífico (León, Managua, Carazo, Rivas)	Intrusivos terciarios; rocas sedimentarias (lutitas).	Alfisoles	0-15 15-30	Arcilloso Franco arcilloso

Nota: la designación de formaciones geológicas, Ordenes de suelos, pendientes y texturas, corresponde a mayoría predominante y no a detalle.

En cuanto a los ríos, los de la vertiente del Pacífico son de corto recorrido y poco caudalosos, contrario a los de la vertiente del Atlántico, con largos recorridos y mucho caudal, resaltando entre ellos el río Coco, Grande de Matagalpa, Escondido y San Juan.

En base a estudios realizados para determinar las zonas afectadas por sequías (13), se han considerados 25 municipios como los más críticos, donde las precipitaciones han llegado a ser inferiores a los 400 milímetros en períodos de sequía, tanto en el primero como en el segundo sub-período lluvioso. Estos se muestran en el siguiente Cuadro:

Cuadro 3. Municipios más críticos afectados por la sequía.		
Departamento	Municipios más críticos	Municipios menos críticos
Nueva Segovia	Santa María, Ocotol, Dipilto, Macuelizo, Mozonte, San Fernando	Ciudad Antigua, El Júcaro, Jalapa, Murra, Quilalí, Wiwilí de Nueva Segovia
Madriz	San Lucas, Somoto, Yalagüina, Palacagüina, Totogalpa, Telpaneca	Las Sabanas, San Juan de Río Coco
Estelí	Condega, La Trinidad, Pueblo Nuevo, Estelí (parte central).	San Juan de Limayv
Jinotega	La Concordia	San Rafael del Norte, Santa María de Pantasma, Wiwilí de Jinotega

Matagalpa	San Isidro, Sébaco, Ciudad Darío, Terrabona	San Dionisio, Esquipulas, Tuma-La Dalia, San Ramón, Muy Muy
Boaco	Teustepe, San Lorenzo	San José de Los Remates, Santa Lucía, Boaco, Camoapa
Managua	San Francisco Libre, Tipitapa	Managua, Mateare, Ciudad Sandino, Ticuantepe, Villa El Carmen, El Crucero, San R. del Sur
Chontales		Comalapa, Juigalpa, La Libertad, Acoyapa, San Pedro de Lóvago, Santo Tomás
Chinandega		San Pedro del Norte, San Francisco del Norte, Cinco Pinos, Santo Tomás del Norte, Somotillo, Villanueva, Chinandega.
León		Santa Rosa del Peñón, El Jicaral, Larreynaga, La Paz Centro, Nagarote, Achuapa, El Sauce
Masaya		Masatepe, Nandasmo, San Juan de Oriente, Catarina, Niquinhomo, Tisma, Masaya, Nindirí, La Concepción
Granada		Granada, Diría, Diriomo, Nandaime
Carazo		La Paz de Carazo, El Rosario, Santa Teresa, La Conquista, Jinotepe, Dolores, Diriamba
Rivas		Buenos Aires, Potosí, Belén, Tola, Altagracia, Moyogalpa, Rivas, San Jorge, S. Juan del Sur

Fuente: INETER.

3

Causas de la sequía en Nicaragua

Normalmente en Nicaragua el período lluvioso se extiende desde mayo-junio a octubre, existiendo una sequía estacional conocida como verano que abarca el período de Noviembre a Abril y otra sequía que se da dentro del período de lluvias, se la conoce como canícula y se extiende desde el 15 de Julio al 15 de Agosto aproximadamente (Mapa 5).

La sequía fuera de estas estaciones tiene tres orígenes principales:

- a) Las que están estrechamente ligadas con el fenómeno “El Niño”.
- b) La provocada por las actividades humanas.
- c) La provocada por los efectos del Cambio Climático

Sequía y el fenómeno de El Niño.

La primera o provocada por El Niño tiene que ver con el comportamiento irregular de los anticiclones marítimo y continental (posición e intensificación), es decir, con los cambios de la presión atmosférica y alteraciones en la circulación general de la atmósfera.

Estas causas originan variaciones espacio-temporales de las precipitaciones, que algunas veces están relacionadas con el ENOS (El Niño Oscilación Sur). En estudios realizados, se ha determinado que la frecuencia de afectación de este fenómeno es irregular (2 a 7 años), y está conformado por eventos cálidos (El Niño) y fríos (La Niña), lo cual genera perturbaciones atmosféricas que resultan en impactos climáticos a escala regional y global consistentes en sequías, lluvias intensa, períodos de calor y frío intenso, etc. Analizando la

información de precipitación durante varios períodos, se observa una relación directa entre el fenómeno El Niño y la presencia de sequía en Nicaragua; de modo que basándose en los registros de precipitación, los cuales permiten definir el grado de severidad de la sequía y su comportamiento histórico, se puede esperar con altas probabilidades la presencia de períodos de sequías en el territorio nacional, siempre que se encuentren presentes las condiciones de un evento El Niño. No obstante, no todos los períodos de sequías, son producto de dicho fenómeno, sino que algunos lo son debido a alteraciones propias que se manifiestan en la circulación atmosférica (5).

En Nicaragua, los acumulados de precipitación anual oscilan desde 600-750 mm en las zonas más secas, hasta 4500-5000 mm en las áreas con mayor precipitación acumulada (Mapa 6); no obstante, la sequía se manifiesta con diferentes grados de severidad, afectando particularmente a la región del Pacífico, en las zonas donde los acumulados anuales de precipitación oscilan entre 1100-1900 mm, a la Región Norte con acumulados anuales entre 750-1800 mm y la Región Central con acumulados anuales entre 800-2000 mm, aunque esto varía según la posición geográfica y el relieve predominante, la presencia de obstáculos naturales al movimiento y dirección de los vientos (cordilleras, montañas), creando comportamientos micro-climáticos que reflejarán la intensidad de la sequía a nivel local, aunque al final, todo dependerá de la intensidad con que se presente el fenómeno de El Niño (débil o moderado, fuerte, extraordinario).

Tanto el fenómeno meteorológico de El Niño, como el de La Niña, son una expresión climática que ocurre de manera cíclica, pero no sistematizada, y no es provocado por la acción del hombre, aunque ambos fenómenos son considerados como la manifestación meteorológica más destructiva que asola a la Tierra (5).

La sequía que ocurre dentro de la estación de lluvias, llamada canícula o periodo canicular, se presenta entre el 15 de julio y el 15 de agosto y puede variar desde severa hasta la ausencia de canícula; en las zonas secas se presentan como severa, definida o acentuada, en contraste con las zonas de trópico húmedo del Atlántico en que la canícula está ausentes, o es benigna en otras zonas del país.



Mapa 5. Intensidad de los períodos caniculares en Nicaragua (Fuente: INETER).

Mapa 6. Nicaragua, precipitación media anual (Fuente: INETER).

Sequía y actividades antropogénicas.

Las actividades humanas que provocan o aceleran la sequía, están íntimamente ligadas a las prácticas agrícolas y pecuarias y entre ellas podemos mencionar:

- Los cultivos intensivos, sobre todo los de alta mecanización, desgastan el suelo eliminando la capa superficial de materia orgánica, dejándolo expuesto a los fenómenos erosivos.
- El sobre pastoreo altera la cubierta vegetal que protege el suelo de la erosión, lo compacta y elimina a los micro-organismos de las capas superficiales.
- La deforestación, al eliminar los árboles, deja el suelo a merced de las escorrentías e impide que el agua se infiltre y alimente los acuíferos.
- Las prácticas inapropiadas de irrigación aumentan la salinidad, destruyendo el suelo.
- La ausencia de prácticas de conservación provocan la pérdida del suelo.
- En resumen, la intensificación de las actividades humanas provoca el aumento del efecto invernadero, causando el calentamiento global, acelerando el cambio climático y todas sus consecuencias, entre ellas las sequías.

Sobre la relación sequía-cambio climático, se abordará en el siguiente capítulo IV.



La sequía y sus secuelas

Las sequías infligen a la economía nacional grandes daños, dando lugar a condiciones difíciles para la mayoría de los habitantes de las zonas secas. Así, estas tierras son el escenario de agudos desajustes económicos y sociales que en ocasiones desembocan incluso en períodos de hambre extrema. En definitiva se estima que el 70% de la población rural de las zonas seca enfrenta una situación de extrema pobreza, baja producción y productividad, agricultura con diversificación muy limitada e infraestructura deficiente, bajas condiciones educativas (analfabetismo de un 30%), deficiencias nutricionales (debidas a bajos ingresos, incidencia de enfermedades, falta de agua y hacinamiento) y de salud (altas tasas de mortalidad materna e infantil, enfermedades transmisibles, baja calidad de los servicios).

En las zonas donde ocurre la sequía, se desatan una serie de factores que vuelven vulnerable a la población desde diferentes ángulos, creando un círculo vicioso que resulta cada vez más difícil de erradicar, si no se cuenta con las herramientas necesarias para hacer frente a esa anomalía climática (ver Figura 3). El concepto de vulnerabilidad se refiere a toda la gama de factores que hace que las personas queden expuestas a inseguridad alimentaria, sabiendo que el grado de vulnerabilidad de una persona, un hogar o un grupo de personas está determinada por su exposición a los factores de riesgo y su capacidad para afrontar o resistir situaciones problemáticas (resiliencia). Veamos los factores de riesgo que provoca la sequía y como se relacionan entre sí:

Sequía y degradación del suelo.

El suelo constituye el recurso natural más básico y elemental para el ser humano, ya que es la base y sustento para la agricultura y la ganadería, los bosques, las redes y almacenes de agua, tanto superficiales como subterráneas, las materias primas y, sin lugar a dudas, las propias poblaciones y la infraestructura creada por el hombre.

El problema de la degradación de los suelos es casi tan antiguo como la presencia de los seres humanos sobre la Tierra, aunque solo en nuestros días los amplios sistemas globales de información permiten percibirlo como uno de los principales problemas medio ambientales (5).

Considerando la multitud de funciones ecológicas y económicas que el limitado recurso suelo debe cubrir, es necesario asegurar su sostenibilidad, y más si se considera que la recuperación de un suelo degradado es generalmente costosa, llegando a hacerse impracticable en ciertos casos, en que su estado de degradación es muy avanzado, como ocurre con un suelo seco que sufre compactación y erosión, el cual puede caer en un proceso irreversible de aridez y luego desertización. El proceso de degradación iniciado por la sequía incluye la pérdida del suelo por erosión hídrica o eólica o ambas (cuando vuelven las lluvias o por efecto del viento), ya que al desaparecer la vegetación, el suelo queda completamente desprotegido, desaparece la materia orgánica y la estructura y los agregados del suelo se ven seriamente afectados; pueden ocurrir la salinización y consiguiente pérdida de fertilidad, como consecuencia hay un empeoramiento de la calidad del agua y pérdida de la micro-organismos del suelo. La combinación de todos estos procesos de degradación, conduce a una menor producción y productividad.

Sequía y pobreza.

La pobreza si bien no es referida conceptualmente en los documentos que metodológicamente la miden, la misma puede considerarse como “el umbral absoluto correspondiente a las necesidades mínimas necesarias para garantizar la supervivencia biológica, por lo que se le debe de considerar como una situación relativa” (16).

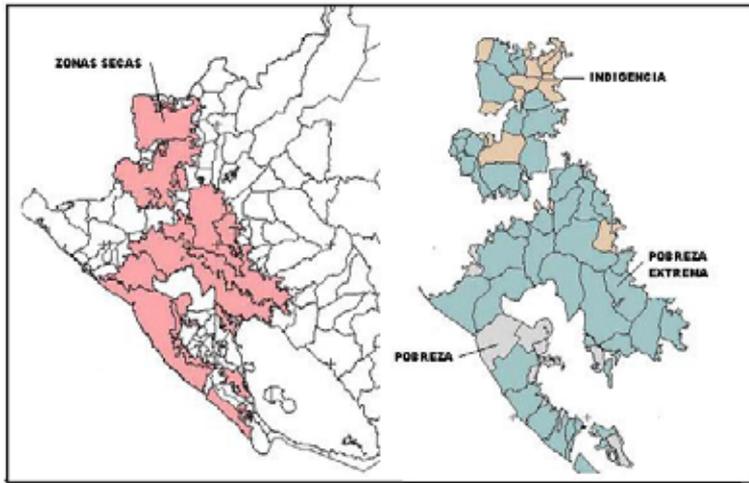
Sequía y pobreza están íntimamente relacionadas con la densidad de población existente en las zonas secas. Desde los años cincuenta del pasado

siglo, la población nicaragüense casi se ha quintuplicado, pasando de 1.1 millones habitantes en 1950 a 5.5 millones habitantes en el año 2010. Así, la población de Nicaragua ha aumentado a un ritmo anual de casi 3% hasta 1985, año en que ocurrió un descenso en la tasa de natalidad, creciendo actualmente a un ritmo de 2.7% anual, cifra que todavía representa una de las tasas más altas del continente americano.

A pesar de ello y pese a las desventajosas condiciones de vida en las zonas secas, el crecimiento poblacional es igual al resto del territorio nacional y la agricultura sigue siendo la principal fuente de ingresos para las economías locales, a pesar de que la presencia casi continua que las sequías inflige a la economía local grandes daños, dando lugar a condiciones difíciles para la mayoría de los habitantes de estas zonas. Es por ello que en estas tierras son frecuentes las crisis económicas y sociales que pueden desembocar en casos de hambre extrema y las poblaciones quedan a expensas de la ayuda de los gobiernos departamentales o nacionales u organismos no gubernamentales. A esto se debe en gran parte que las poblaciones de los municipios de las zonas secas se caracterizan por un alto grado de pobreza y entre las últimas acciones a las que recurren para subsistir, es la explotación de los bosques remanentes como un desesperado medio de subsistencia. Esta práctica, sumada al sobrepastoreo, la compactación y la exposición de los suelos a la erosión, constituye el principal elemento de degradación del recurso suelo y la entrada a un círculo vicioso sequía-pobreza.

En nuestro país la pobreza es un fenómeno que afecta primariamente a la población rural, especialmente mujeres. Se puede afirmar que la presencia de la sequía, al producir una sensible baja en la producción agropecuaria, vulnera la base alimenticia, impide la comercialización de los productos agropecuarios, disminuye los ingresos y crea o potencializa esta pobreza, creando una inseguridad alimentaria, además de que la gradual disminución de la fertilidad de un suelo conduce a su progresiva sobre-explotación, empeorando la situación hasta que prácticamente se vuelve estéril, lo que en muchos casos provoca la emigración a las ciudades y consecuentemente se crean nuevas bolsas de pobreza. Los mapas 7 y 8, aunque a escala diferente, muestran con toda claridad la coincidencia y estrecha relación entre sequía y pobreza, indicando que este binomio debe ser enfrentado desde diferentes ángulos, introduciendo nuevas tecnologías y eliminando acciones paternalistas, que a la postre no permiten o atrasan esas innovaciones tecnológicas.

Romper el círculo vicioso sequía-pobreza se convierte por tanto en una prioridad, no solo por razones productivas y medioambientales, sino más por razones humanitarias. Para ello deben ponerse en práctica adecuadas políticas de gestión y de planificación de recursos que tengan en cuenta la situación de pobreza de los usuarios de tales recursos y que incluyan adecuadas medidas de alivio de la citada pobreza, donde la presencia de esta condición hace suponer importantes esfuerzos para la ruptura de este estado, que afecta al desarrollo humano y del cual se desprenden efectos socioeconómicos como la migración campo-ciudad, campo-exterior, abandono del hogar, prostitución, enfermedades, delincuencia, etc., transformándose en otro círculo vicioso aún más difícil de romper (16).



Mapas 7 y 8: Coincidencia entre la ubicación de las zonas secas y los niveles de pobreza predominantes (Fuentes: MARENA, MAGFOR)

Sequía y salud.

Las zonas afectadas durante largos meses por la sequía, sufren a la par un incremento en la temperatura, por lo que las olas de calor son más intensas y frecuentes y podrían dar como resultado muertes sobre todo en personas hipertensas, obesas o de avanzada edad.

La sequía facilita la erosión eólica y por tanto la liberación en el aire del suelo suelto o polvo, lo que conlleva un aumento en la frecuencia de enfermedades respiratorias a distancias incluso muy alejadas del foco original de contaminación, especialmente en población de riesgo (niños, ancianos), pobre y generalmente malnutrida. A veces esto se agrava cuando la sequía provoca incendios forestales cuyo humo afecta la vista y los pulmones, además de los daños económicos y ecológicos debidos a los fuegos forestales.

Los productores en general, pequeños, medianos o grandes, sufren, junto con toda la familia, estrés físico y mental al ver sus cosechas o su ganado echados a perder por la sequía y en los niños, mujeres embarazadas y ancianos, la malnutrición aparece tempranamente.

Otra consecuencia, ya citada anteriormente, es la emigración desde zonas azotadas por la sequía, a núcleos urbanos superpobladas, en nuestro caso la capital, Managua, en la que generalmente sus hospitales no están equipados con la adecuada infraestructura médica y sanitaria. La sequía, como primera instancia, conlleva una disminución de los recursos hídricos, volviéndolos deficitarios, con las consiguientes y negativas consecuencias sobre la sanidad e higiene personal.

Sequía y Seguridad Alimentaria (SAN).

La sequía, principalmente la sequía agrícola, afecta seriamente la producción de alimentos, provocando que éstos escaseen tanto para el consumo del hogar como para su comercialización, disminuyendo los ingresos para su adquisición en el mercado y elevando los precios de los mismos; también provoca una fuga de divisas al país al destinarlas para adquirir alimentos en los mercados regionales o internacionales. Todo ello sumado, incide negativamente en los cuatro pilares de la SAN, tal como lo expone el IICA en su definición de seguridad alimentaria: "... la existencia de condiciones que posibilitan a los seres humanos a tener acceso físico, económico y de manera socialmente aceptable a una dieta segura, nutritiva y acorde con sus preferencias culturales, que les permita satisfacer sus necesidades alimentarias y vivir de una manera productiva y saludable". Estas condiciones son cuatro: **disponibilidad de alimentos, acceso de todas las personas a los alimentos, aprovechamiento de los alimentos y estabilidad en el acceso.** Se corresponde también a la

definición expuesta en la Ley 693 sobre seguridad alimentaria¹: **Se entiende la disponibilidad y estabilidad del suministro de alimentos, culturalmente aceptables, de tal forma que todas las personas, todos los días y de manera oportuna, gocen del acceso y puedan consumir los mismos en cantidad y calidad, libres de contaminantes, así como el acceso a otros servicios como saneamiento, salud y educación, que aseguren el bienestar nutricional y les permita hacer una buena utilización biológica de los alimentos para alcanzar su desarrollo, sin que ello signifique un deterioro del ecosistema.**

Nicaragua es un país eminentemente agrícola y su mayor fuente de divisas lo constituye las exportaciones de productos agropecuarios: café, carne y lácteos, azúcar, maní, ajonjolí frijoles y otros. A ello se debe que los mejores suelos estén destinados a los cultivos de agro-exportación, quedando los suelos marginales para la producción de granos básicos que son la base de la alimentación popular. Se prevé que esta tendencia continúe debido a los buenos precios de las materias primas en los mercados internacionales, por lo que las zonas expuestas a las sequías seguirán siendo utilizadas, sobre todo por los pequeños productores, para buscar su sustento alimenticio familiar; ello significa más suelos degradados, menor producción y más inseguridad alimentaria, envolviendo de nuevo en un círculo vicioso a la población de estas zonas.

En base a lo anterior, el escollo a superar en las zonas secas del país es asegurar la seguridad alimentaria, pretendiendo que todas las familias tengan acceso real a alimentos adecuados para todos sus miembros, evitando el riesgo de perder este acceso. Ello significa que no solamente los alimentos deben estar disponibles sino también que la gente tenga capacidad de compra. Hay varias formas de aumentar la seguridad alimentaria: aumentando localmente la producción de alimentos y la productividad, asegurando regularmente el abastecimiento de alimentos de otras zonas productivas a las zonas secas (por ejemplo el traslado de hortalizas de Jinotega y Matagalpa a las zonas secas de Madriz y Nueva Segovia), mejorar los sistemas de distribución de alimentos, diversificar la agricultura tradicional e introducir nuevos cultivos adaptados a zonas secas y de alto valor nutritivo (ver capítulo XI); todo esto implica proporcionar fuentes de trabajo bien remunerado a aquellas personas que no tienen dinero para comprar los alimentos que requieren. Se podría decir que la solución es la autosuficiencia alimentaria a nivel local o municipal, pero

¹ Ley de Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional. Nicaragua. Julio 2009.

en la práctica hay muchos inconvenientes, ya que en zonas donde es difícil lograr la autosuficiencia alimentaria, se han tenido que omitir la dieta de ciertos productos, ingerir otros de menor calidad, o trasladar alimentos de otras zonas productivas del país debido a la sequía.

La práctica y la experiencia han enseñado que no hay que tratar de asegurar la autosuficiencia alimentaria a como dé lugar, sino depender parcialmente del abastecimiento de ciertos productos que se producen fácilmente en otras zonas. Una de las razones principales de esta tendencia es la escasez de agua, la reducción de tierras aptas causada por la degradación de los suelos y la vocación misma de los suelos al no ser aptos para la producción agrícola. Al mismo tiempo, la demanda de abastecimiento de la ciudad capital y otras ciudades con mayor población local y flotante (León, Granada) ha aumentado considerablemente. Algunos países han caído en la cuenta que los beneficios obtenidos por el desarrollo agroindustrial o forestal, son mayores que los obtenidos con la producción agrícola, es decir, que es más fácil y más rentable dirigir el desarrollo de las zonas secas a aquellos rubros que se adaptan a las condiciones climáticas de las mismas, por ejemplo la producción de cultivos como el henequén, la sábila (aloe) que demandan poco agua, o reforestar con ciertas especies como pino en la zona seca centro-norte o establecer plantaciones energéticas dedicadas a la producción de leña o carbón, lo que genera nuevos puestos de trabajo tanto a hombres como mujeres cuando se cuenta con un adecuado enfoque de género. Esto asegura el contar con dinero para la adquisición de alimentos y lograr o complementar la seguridad alimentaria.

Cuando no se puede lograr la autosuficiencia alimentaria por ninguna de estas alternativas y la población no cuenta con el dinero necesario para obtener los alimentos que necesitan, aun cuando estén disponibles en el mercado, debe recurrirse a la intervención estatal para que implemente programas de desarrollo rural basados en la agricultura o la ganadería que se adapte a las condiciones agro-ecológicas imperantes en las zonas secas, incluyendo el micro riego o medidas similares. Estos programas deben ser dirigidos simultáneamente a incrementar la producción, reducir la pobreza y mejorar la igualdad entre géneros, que son tres factores claves para mejorar la seguridad alimentaria. Experiencias de este tipo se han desarrollado en la zona desértica de México y en ciertos países del África sub-sahariana.

Carestía y aumento en precios de los alimentos.

Esta afectación está íntimamente ligada a la anterior, pero los daños ocasionados por la sequía en la producción agropecuaria, también afectan a grupos de la sociedad que, aunque no forman parte directa de ese sector ni habitan en las zonas secas, son los diarios consumidores de esa producción. La disminución en la oferta de alimentos incide de manera directa en los precios de la canasta básica, siendo la clase media y los obreros del sector urbano los que más sienten el incremento en precios de los productos provenientes del campo y que forman parte de la dieta cotidiana. Algunos sectores industriales que se abastecen de materias primas también son afectados. Cuando la sequía es muy prolongada y su emplazamiento es muy amplio, puede presentarse una escasez total o casi total de varios productos considerados como básicos, en estos casos muchas familias se ven obligadas a cambiar sus hábitos alimenticios, sustituyendo los productos que escasean por alternativas más costosas. En el caso de Nicaragua, donde casi el 25% de la población se encuentra ubicada en la ciudad capital, es cuando se observa y se palpa con claridad, la fragilidad de los flujos de alimentos y materias primas básicas y la baja capacidad de respuesta de los sistemas de abastecimiento de alimentos, los cuales suelen colapsar a los pocos meses de escasez, dejando tras de sí, además de la ya mencionada crisis alimentaria, una situación de inestabilidad en los mercados locales, obligando al gobierno a echar mano de divisas para obtener productos fuera de las fronteras nacionales o solicitar ayuda alimentaria a organismos internacionales y/o no gubernamentales.

Sequía e impactos ambientales.

El amplio impacto ambiental que produce la sequía, puede resumirse en pocas palabras en: daños a las especies de plantas y animales, hábitat silvestre, y calidad del aire y agua, degradación de la calidad del paisaje, pérdida de biodiversidad y erosión del suelo. Cuando la sequía es de extensa duración, puede conducir a incendios forestales, a la degradación general de la calidad del suelo y a la desertización; cuando son de corta duración, se pueden restablecer las condiciones normales de forma rápida al finalizar ésta, pero otros impactos ambientales persisten durante más tiempo o pueden convertirse en permanentes.

Las prácticas agrícolas llevadas a cabo por el hombre, contribuyen a agudizar más los impactos de la sequía contra el medio ambiente. Destacan aquellas prácticas que disminuyen la capacidad de retención de humedad del suelo o que propician la erosión, tales como: destrucción de la materia orgánica por medio de quema de rastrojos y el abuso en el uso de los fertilizantes químicos, el monocultivo, la quema no controlada de pastizales o el rastrojo en épocas de escasa precipitación, la eliminación de cualquier tipo de vegetación en terrenos con pendiente, la agricultura en terrenos inapropiados para ello y, de forma notable, el abuso en el uso del agua en épocas en que se dispone de ella; hasta la eliminación de rocas en terrenos escarpados provoca una erosión acelerada. Como la sequía está asociada con infestaciones de insectos y enfermedades de las plantas, obliga al productor a hacer uso de una mayor cantidad de agroquímicos, introduciendo al círculo vicioso más elementos negativos.

Sequía y racionamientos energéticos.

Nicaragua obtenía hasta hace poco tiempo el 80% de su energía de plantas térmicas. Esto ha comenzado a cambiar al incluir entre las fuentes energéticas, la geotérmica, la eólica y pequeños proyectos hidroeléctricos en ejecución y un gran proyecto del mismo tipo en cartera (Tumarín), lo que demuestra que hay consenso en el cambio a corto o mediano plazo de la matriz energética, para depender cada vez menos de los combustibles fósiles. Además, los estudios técnicos siempre han reconocido el potencial para generación de energías alternativas con que cuenta el país, para proteger el medio ambiente, disminuir la dependencia de fuentes fósiles y mejorar la competitividad. Sin embargo, recurrentes periodos de sequía que disminuyen significativamente la precipitación y por tanto los caudales de los ríos que alimentan los embalses (como Apanás), representan un problema serio para el sector eléctrico que ha tenido que recurrir a racionamientos y apagones. Los impactos económicos (industrias) y sociales (educación, delincuencia) de los racionamientos son de gran envergadura, ya sea desde el punto de vista macroeconómico (una reducción significativa en la productividad en las fábricas y empresas, pérdidas en los pequeños comercios) como en la vida cotidiana de las familias afectadas e incomodidad y malestar en la población en general.

Sequía y Cambio Climático.

En cuanto a la relación sequía-cambio climático, hay que recordar que los ecosistemas terrestres tienen un papel fundamental como sumideros de carbono; cuando estos ecosistemas se alteran por efectos de la sequía, esa capacidad de secuestrar carbono de la atmósfera y fijarlo de forma permanente (carbono con largo tiempo de permanencia), disminuye ostensiblemente, propiciando el incremento de GEI y contribuyendo al calentamiento global al ocurrir un aumento en el albedo; por tanto, la sequía provoca un deterioro general de los ecosistemas que conlleva a una disminución de su potencial como sumideros de carbono y, al contrario, una adecuada conservación y rehabilitación de tales ecosistemas conduce a incrementos sustanciales del citado potencial. Uno de los síntomas y a la vez consecuencia de la acción de la sequía sobre los suelos es la pérdida de su capacidad para sostener procesos biológicos básicos, tanto en tierras cultivadas como forestales; debido a eso, la conservación del suelo y la cubierta vegetal son indispensables en el mantenimiento y conservación de la biodiversidad, la cual es fundamental para la vida en nuestro planeta y uno de los pilares del desarrollo sostenible, y debe ser un elemento esencial en toda estrategia de adaptación al CC (por ejemplo los manglares y otros humedales costeros constituyen una barrera que protege de los fenómenos meteorológicos extremos y la elevación del nivel del mar, así como una vegetación boscosa propicia la formación de materia orgánica en el suelo, facilitando la infiltración y disminuyendo los estragos de la sequía).

Estas intrincadas relaciones entre cambio climático, biodiversidad y sequía, muestran una clara inter-dependencia no solo entre ellas, sino también entre una extensa gama de actividades además de las medioambientales propiamente dichas, tales como aguas, agricultura, turismo, industria, etc.; cuando el CC provoca eventos climáticos extremos (sequías o inundaciones) estos fenómenos repercuten directamente en la calidad de vida del ser humano, alterándola seriamente con graves repercusiones, hasta llegar a provocar inseguridad alimentaria y nutricional, tal como se muestra en la Figura 2:



Figura 2. Relación CC, sequía e InSAN

Es común que, después de períodos secos, se presenten lluvias torrenciales que, ante la degradación de la cubierta vegetal y el descuido y deterioro en los cauces naturales donde fluye el agua, causen catástrofes que indirectamente pudieran ser atribuidas a la sequía. Por ello la conservación y extensión de la cubierta vegetal a nivel regional, nacional y local, supone una de las principales vías para proteger el suelo y luchar contra la sequía.

La alteración del ecosistema debido a la sequía, origina cambios ambientales a nivel local, municipal y más allá; a ello deben sumarse las consecuencias a nivel departamental y nacional de los procesos globales de CC que implica en primer lugar una modificación en el régimen de lluvias, la evaporación y evapotranspiración, la escorrentía y el almacenamiento de humedad de los suelos, lo cual, junto a una posible mayor frecuencia de sequías y a la presencia de suelos degradados con bajo nivel de capacidad de retención de humedad, es seguro que habrá una tendencia a incrementar el déficit hídrico en todas las especies vegetales presentes en la zona, sean bosques de cualquier tipo, pastos, cultivos comerciales o de subsistencia. Modelos de simulación de CC efectuados en la UNA, muestran posibles disminuciones en el rendimiento de los cultivos de maíz y frijol en muchas zonas afectadas por sequías en Nicaragua, los que de por sí ya son bajos respecto a los de otros sitios del país. Hay que recordar que zonas con características agro-ecológicas críticas como las zonas secas (bajas precipitaciones y altas temperaturas), presentan las mayores reducciones en rendimientos, ya que tienen mayor vulnerabilidad

al impacto del CC. Lo anterior implica, mayores niveles de riesgos climáticos para el desarrollo de los cultivos agrícolas así como menor disponibilidad de pastos para el ganado, afectando las actividades agropecuarias tradicionales de la zona o municipio, base de su seguridad alimentaria. Así mismo, sumando a esto el proceso local o departamental de deforestación, resulta en mayores niveles de escurrimiento superficial y mayor reducción de la disponibilidad de agua en períodos secos, tanto en las micro-cuencas como en las sub-cuencas y cuencas de los ríos principales, disminuyendo la posibilidad de cultivos bajo riego (hortalizas, legumbres, huertos familiares y escolares). Además del efecto sobre la migración a otros departamentos o fuera del país, se puede prever también un efecto sobre un aumento de la presión sobre los escasos recursos forestales, al incrementarse el papel de la leña como fuente de ingresos para la sobrevivencia, fortaleciendo el círculo vicioso de la alteración del ecosistema, con la posibilidad latente de volverse irreversible.

Otra consecuencia del CC, y que puede ocurrir aún en las zonas secas, es la posibilidad de altas precipitaciones concentradas en un corto período de tiempo, así como de eventos extremos (ventiscas, huracanes). Inevitablemente, estos eventos extremos al presentarse en ecosistemas degradados con muy poca cobertura vegetal para evitar la erosión, disminuir las escorrentías y anular la infiltración, aumentan potencialmente los riesgos de otros tipos de desastres naturales (inundaciones, derrumbes, deslaves, etc.).

Experiencias positivas que podemos aprender de la sequía.

No existe duda de los impactos negativos de la sequía y los problemas que causa a la sociedad, sobre todo a los habitantes de las zonas secas; no obstante, de la sequía pueden extraerse ciertas experiencias que a la postre pueden tener efectos positivos o beneficiosos. Entre ellos podemos citar:

- Puede convertirse en una lección para usar el agua de manera más racional y eficiente, lo que lleva a establecer patrones de ahorro, perdurables y no pasajeros.
- Acelera proyectos con el objeto de preservar las escasas fuentes de agua, como el manejo de cuencas en las zonas secas.

- Algo interesante es que los gobiernos municipales han comenzado a tomar en cuenta este fenómeno, aunque el gobierno nacional aún no da respuestas integrales.
- A medida que la sequía es más recurrente, hay una preocupación por planificar de manera más adecuada las respuestas a dar, contribuyendo a una gestión más eficaz de su mitigación.
- Como un efecto secundario, disminuye ciertas plagas que afectan a la salud, como los mosquitos.
- Da lugar a que centros de investigación y universidades se interesen por solucionar problemas ligados a la sequía (variedades de cultivos tolerantes o resistentes a la sequía, crianza de iguanas en cautiverio, etc.).
- Impulsa un mayor interés por preservar los recursos naturales de las zonas secas (flora y fauna), un mayor conocimiento sobre los mismos y una mejora al medio ambiente en general.
- Ha promovido actividades innovadoras en las zonas secas, tales como el turismo, el uso de energía solar.

5

Uso y disponibilidad del agua en las zonas secas

El agua es, como el aire, un elemento indispensable para todas las formas de vida terrestre. Ningún ser humano, animal o planta, puede vivir sin ella. Es fundamental para todo organismo, desde elefantes hasta insectos, desde árboles de ceibos hasta musgos o líquenes y nada puede reemplazarla. Los asentamientos antiguos florecieron siempre a orillas de los ríos caudalosos y la escasez de agua, ha sido la causa de la desaparición de prósperas civilizaciones. Sin el agua no hay vida, es nuestro recurso más precioso y debe tratarse como tal.

Uso del agua en las zonas secas.

En las zonas secas, como en el resto del área rural del país, el agua tiene tres prioridades:

- Agua para consumo y uso humano (uso doméstico).
- Agua para los animales, sea ganado mayor, ganado menor, cerdos o aves.
- Agua para la agricultura (riego). Esta última prioridad dependerá en gran parte de la disponibilidad del recurso agua para ponerla en práctica, algo muy difícil en las zonas secas que se caracterizan por no disponer de agua subterránea y por contar con pocos ríos para el riego agrícola. No obstante, existen áreas de riego a pequeña escala para agricultura y pastos.

- Debido a su poco desarrollo, las zonas secas carecen de actividades industriales, resumiéndose a pequeñas fábricas de materiales de construcción, mueblerías y otras pequeñas empresas semi-industriales o artesanales, por lo que la demanda de agua en estas áreas es pequeña.
- Conociendo el uso y las prioridades que se le darán a ese valioso recurso, en casos de sequías prolongadas y severas la familia y la comunidad pueden priorizar y trazar planes para utilizar el agua de la manera más racional y eficiente. Para ello, se debe tener conocimiento de la disponibilidad de agua en el territorio, de las técnicas de captación y almacenamiento de agua y los agro-sistemas para mejorar en el campo la relación suelo: agua, que se describen en los capítulos VIII y IX respectivamente.

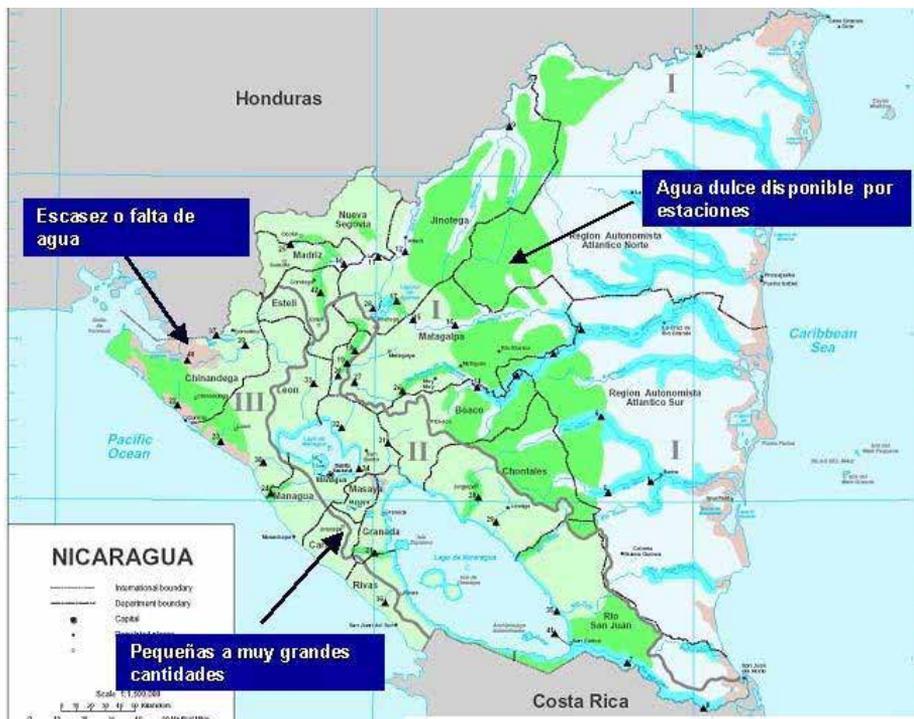
A continuación se abordará la disponibilidad de aguas en el territorio nacional, considerando que el país se divide en tres grandes regiones: del Pacífico, Central y Atlántica.

Disponibilidad de aguas superficiales en Nicaragua (y en las zonas secas).

Nicaragua posee abundantes recursos de agua superficial. Sin embargo, estos recursos son altamente estacionales y su distribución es desigual. La mayor parte del volumen del agua superficial, un 93%, le corresponde a la vertiente Caribe y solamente un 7% a la vertiente del Pacífico. Únicamente el Lago Cocibolca es la fuente de agua superficial confiable durante todo el año; el Lago Xolotlán podría serlo si no fuera por su alto grado de contaminación. En el Mapa 9 se muestra la disponibilidad del agua superficial en Nicaragua en cada una de las tres grandes regiones en que se divide el país.

Como se observa en el Mapa 9, el tono rosado indica la escasez o falta de aguas superficiales, el verde pálido señala pequeñas cantidades de aguas superficiales, el verde oscuro que el agua superficial es disponible según la estación del año y los tonos celeste a azul, significan abundancia de aguas superficiales.

En las zonas secas de Madriz, Nueva Segovia, Estelí y Boaco-Chontales, lo mismo que en la zona seca paralela al Pacífico, la disponibilidad de aguas superficiales depende de los ríos y éstos a su vez, están supeditadas a la cantidad de lluvia que cae, por tanto es pequeña y poco disponible, atenuándose o agravándose en dependencia de la estación del año.



Mapa 9. Disponibilidad de aguas superficiales por región, en Nicaragua. Fuente: Silvac, M. (35)

Disponibilidad de aguas subterráneas en Nicaragua (y en las zonas secas).

En cuanto a aguas subterráneas, éstas se encuentran en abundancia en la región del Pacífico (zona central del Pacífico y zona occidental –León, Chinandega-) ya que la formación geológica de esta región favorece la presencia del agua subterránea. Esta forma de agua constituye el recurso principal para la agricultura, la industria y el consumo doméstico (ninguno de los dos grandes lagos se explota para estos fines). De todos los acuíferos de Nicaragua, solamente se han estudiado a una escala adecuada los de León, Chinandega y Managua, del resto de acuíferos se tiene información limitada. En la región central, las formaciones geológicas son desfavorables para el

almacenamiento del agua subterránea, ocasionando el no aprovechamiento de manera sostenible, la profundidad de los pozos oscila entre los 200 y 300 metros. En esta región, las necesidades de la población se suplen con el aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales. Las regiones del Pacífico y Central son las más secas, pero en ellas se ubican los acuíferos más grandes de Nicaragua. Desafortunadamente, hay estimaciones que indican que las sequías recurrentes relacionadas con el cambio climático han bajado el nivel de los acuíferos hasta en 2 metros, afectando el suministro de comunidades que se abastecen de pozos someros o fuentes superficiales alimentadas a partir de agua subterránea (35). En la región del Atlántico la disponibilidad de aguas subterráneas es pequeña a inadecuada, contrastando con la disponibilidad de aguas superficiales (los grandes ríos y la alta precipitación).



Mapa 10. Disponibilidad de las aguas subterráneas en el territorio nacional.

Fuente: Silvac, M. (35)

El Mapa 10 presenta la presencia de agua subterránea en las tres grandes regiones del territorio nacional. Se observa que las aguas subterráneas en los departamentos con zonas mayormente afectadas por la sequía (Nueva Segovía, Madriz, Estelí), son escasas o están ausentes.

A su vez, el caudal de los ríos está vinculado de forma muy directa a la lluvia, la cual fluctúa de acuerdo a la estación del año y a las características de la región (cobertura vegetal, altura, uso de las tierras) y es sabido que las zonas secas, precisamente alcanzan ese calificativo por la escasez de precipitación en determinadas épocas del año en que la temporada lluviosa está establecida en el resto del país; por tanto, la disponibilidad de agua potable para consumo humano, la ganadería y el riego de los cultivos es la limitante más importante para que los pobladores de las mismas, alcancen un nivel de vida aceptable.

El más utilizado de los recursos hídricos en Nicaragua es el de las aguas subterráneas, donde aproximadamente el 90% de la producción de aguas proviene de pozos. El agua subterránea se usa en todas las explotaciones agropecuarias, así como en el sector industrial; es tan grande la cantidad de pozos excavados a nivel nacional, que aún no se han cuantificado todos los pozos del país. Su productividad o cantidad de agua extraíble en un determinado tiempo (galones o litros por minuto) depende de las características geológicas, geomorfología, tipos de roca y precipitación que se da en el territorio, además de la cobertura vegetal, la cual facilita la infiltración del agua desde la superficie (35).

Además de los recursos de agua subterránea, existen otras fuentes de agua aprovechable, sobre todo en las comunidades rurales, tales como vertientes u “ojos de agua” y riachuelos; los ríos de la región del Pacífico, aunque de poco caudal, represados y canalizados correctamente, permiten un flujo constante de agua hacia pequeños caseríos o para riego de plantaciones.

Los recursos de agua subterránea más productivos se localizan en los acuíferos aluviales de la era Cuaternaria, los cuales están entrelazados con materiales piroclásticos, así como en los depósitos volcánicos de las eras Terciaria a Cuaternaria. Estas fuentes están localizadas en las tierras bajas del noroeste del Pacífico, en la llamada Depresión Nicaragüense o depresión de los lagos de Xolotlán y Cocibolca, que comienza en el Estero Real y finaliza en el Río San Juan, y en parte de la llanura del Atlántico. Estas planicies aluviales, las tierras bajas y la depresión de los lagos abarcan aproximadamente el

55% del país y contienen aproximadamente el 80% de las reservas de agua subterránea disponibles. En todo el resto del país, especialmente en las tierras altas del interior, las condiciones del agua subterránea no son favorables debido a las formaciones geológicas predominantes.

Como se observa, el país es privilegiado en el recurso agua, tanto en aguas superficiales como en depósitos subterráneos y si en la región del Pacífico, los ríos son de corto recorrido y poco caudal, la presencia de los lagos borra con creces lo anterior, al contar con esos dos grandes reservorios, los cuales aún no han sido utilizados por factores de contaminación. Mientras que en las regiones Central y del Atlántico, aunque el agua subterránea es poca o limitada, el agua superficial se suple por los grandes ríos y las abundantes precipitaciones.

Tomemos como ejemplos de disponibilidad de agua en zonas secas, dos departamentos que incluyen en su territorio las zonas más afectadas por la sequía en Nicaragua: Nueva Segovia y Madriz, así como el departamento de Carazo que posee una zona seca paralela al Pacífico y sufre de un período canicular de acentuado a severo.

Nueva Segovia. La precipitación promedio anual oscila desde 600-700 mm en las zonas secas hasta 1400 mm en el resto del departamento; en períodos de sequía, las zonas secas presentan promedios de precipitación de solo 300 mm anuales. El agua dulce está disponible en cantidades pequeñas, excepto en áreas reducidas del departamento cercanas al Río Coco y/o sus tributarios.

El acceso y desarrollo de los puntos de toma de agua es generalmente difícil, debido a lo escabroso del terreno, las pendientes empinadas, los profundos precipicios, la profundidad de los acuíferos y falta de caminos. Los acuíferos son apropiados para pozos de bombas manuales y la mayoría son adecuados para pozos con producciones de 3.3 litros por segundo, (unos 50 galones por minuto) y pozos equipados con pequeñas bombas sumergibles. Cerca de los centros poblacionales, el agua subterránea poco profunda está contaminada biológicamente, debido a la carencia de sistemas de manejo y eliminación de aguas servidas. La hidrografía del departamento se limita a afluentes del río Coco y a éste mismo (ver Mapa 13).

Madriz. La precipitación promedio anual fluctúa desde los 1600 mm en la parte central, hasta 400-600 mm en las zonas secas, las que en los últimos

años se han venido ampliando en detrimento de la zona semi-húmeda y húmeda (zona de transición). A lo largo del Río Coco, en la parte norte del departamento, el agua dulce superficial está disponible de moderadas a grandes cantidades durante la estación lluviosa y en muy pequeñas cantidades durante la estación seca. En el resto del departamento, el agua dulce está disponible en forma estacional proveniente de ríos y estanques. Las mejores áreas para la exploración de agua subterránea son los pocos acuíferos aluviales pertenecientes a la era Cuaternaria Reciente, donde se pueden encontrar de pequeñas a grandes cantidades de agua dulce. Estos acuíferos están bastante profundos que oscilan desde los 20 a los 90 metros; son apropiados para pozos de bombas manuales y también para pozos equipados con bombas sumergibles pequeñas. Las producciones esperadas son de unos 3.3 litros por segundo (50 galones por minuto) (35).

El agua subterránea es escasa, profunda, moderadamente dura y generalmente protegida por roca sólida, por lo que se requiere de técnicas de perforación en roca dura, debido a las características geológicas predominantes; el registro de pozos perforados indica que se encuentran desde los 19 a los 92 metros de profundidad, su ubicación es difícil y la mayoría no son productivos o lo son muy poco. Cerca de los centros poblacionales el agua puede estar contaminada debido a la carencia de infraestructura de manejo de aguas servidas.

Las aguas superficiales son escasas, contaminadas por la erosión del suelo y las actividades humanas. Debido las fuertes pendientes, la alta tasa de deforestación y el terreno mayoritariamente impermeable, las aguas permanecen poco tiempo en el territorio, debido a la fuerte escorrentía. La hidrografía de Madriz: El Río Coco nace y cruza el departamento recibiendo las aguas de los afluentes Tapacalí, Inalí, Yará, Estelí, San Juan y Yalí. Cerca del límite con Chinandega, baja el río Negro rumbo al Golfo de Fonseca, con su afluente principal en el sector el río Imire.

Carazo. El agua dulce superficial está disponible dependiendo de la estación del año y proveniente de los ríos que surcan el departamento y desembocan en el Pacífico. No existen ríos caudalosos ni aun en el invierno y la mayoría de ellos están secos o casi secos durante largos períodos. Existen algunos acuíferos aluviales localizados en la parte sur del departamento a lo largo de la costa del Pacífico, a profundidades que oscilan entre los 5 y 200 metros, pero no suministran grandes cantidades de agua; se supone que hay mayores cantidades a medida que se profundizan los pozos.

En otras zonas del departamento, en la meseta de Carazo, las extracciones de agua requieren de pozos de mayor profundidad, lo que implica un uso más intenso de energía para el equipo de bombeo y por ende el metro cúbico de agua extraído es mucho más caro que en otros departamentos del país. La ubicación de los pozos es generalmente una tarea difícil, ya que muchos pozos producen poca agua, aunque los localizados con material arenoso grueso con bajos porcentajes de barro producen mayores cantidades de agua subterránea.

De los datos anteriores podemos obtener las siguientes conclusiones:

- La precipitación en la época de lluvias es muy baja en las zonas secas; y disminuye, aún más cuando está establecida la sequía.
- La disponibilidad de agua dulce en Madriz y Nueva Segovia depende de los ríos, sobre todo del río Coco y sus afluentes; el caudal que ofrecen es a su vez dependiente de la cantidad de precipitación y de la época del año, llegando a convertirse en escuálidas corrientes de agua o desaparecer en la época de verano.
- Los sitios para tomas de agua en esos dos departamentos, son de difícil acceso por lo escabroso del terreno, la profundidad del acuífero y la carencia de caminos de penetración.
- El caudal de los pozos es bajo y no pasa de 50 galones/minuto, en contraste con pozos de León o Chinandega, donde el caudal alcanza los 1000 galones/minuto o más.
- Debido a las características geológicas predominantes en la zona norte, la perforación de pozos requiere de la técnica de perforación en roca dura, la cual es mucho más costosa.
- La ausencia de infraestructura para tratamiento de aguas servidas, ocasiona que el agua puede estar contaminada en las cercanías de los centros poblados.
- En el departamento de Carazo, las zonas secas dependen de los ríos para abastecerse de agua, los pozos proporcionan poco agua y dependen de la estación del año para recargar el acuífero.

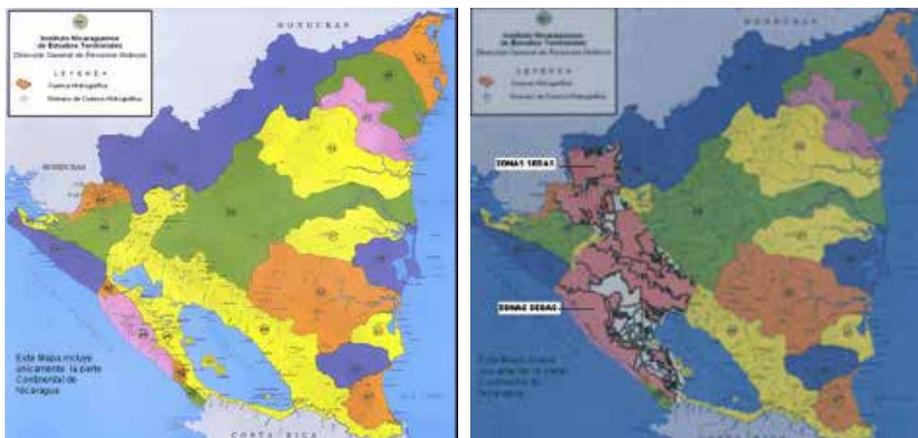
Estas mismas conclusiones, con ligeras variante como la geología de la zona, el caudal de los ríos, etc., pueden obtenerse de otras zonas secas del país como las de Matagalpa, Boaco y Chontales.

Manejo de cuencas en las zonas secas.

La protección de los pocos recursos *hídricos* con que se cuenta en las zonas secas, debe ser la prioridad número uno y esto cobra cada vez mayor relevancia, dada la seria problemática que la escasez de este recurso representa para los habitantes de esos lugares. Es por ello que, en aquellas cuencas que presentan alternativas económicas, sociales y ambientalmente viables, el manejo de sus recursos hídricos debe representar una vía idónea no solo para aprovecharlos racionalmente, sino también, para mitigar y reducir la vulnerabilidad ante los desastres naturales.

Las zonas secas de Nicaragua están comprendidas dentro de las mayores cuencas hidrográficas; es así que la zona seca central-norte, está en su totalidad dentro de la cuenca del Río Coco, la zona seca Chinandega norte cae dentro de la cuenca del Río Negro, las zonas secas de Managua norte y Matagalpa-Boaco-Chontales, están dentro de la cuenca del río San Juan y la zona seca paralela al Pacífico está comprendida casi toda ella dentro de la cuenca Entre Tamarindo-Brito; La cuencas del río Negro y Entre Tamarindo y Brito pertenecen a la vertiente del Pacífico, mientras que las otras, a la vertiente del Atlántico (ver mapas 11 y 12).

Lo anterior nos indica que la zona seca centro-norte comprendida dentro de la cuenca del río Coco, están ubicadas en las cabeceras de éste, por lo que el aporte de la cuenca (el caudal mayor del río) a la hidrografía de la zona, es mínimo. Igual ocurre con las zonas secas de Managua-norte y centro-sur (Matagalpa-Boaco-Chontales), también ubicadas en el inicio de la cuenca del río San Juan, lejos de su mayor caudal y aunque están muy cerca de los grandes lagos, éstos no aportan agua a las zonas secas, excepto en algunas explotaciones agrícolas (arroz de inundación) y recientemente en el agua potable para la ciudad de Juigalpa, en Chontales.



Mapa 11. Mapa de Cuencas Hidrográficas, Nic.

Mapa 12. Áreas de zonas secas superpuestas en el Mapa de Cuencas Hidrográficas.

Mientras que las dos cuencas de la vertiente del Pacífico, la del río Negro y la de Tamarindo-Brito, se caracterizan por contar con ríos de corto recorrido y poco caudal, sin aportar gran cosa a las micro-cuencas allí ubicadas. Esto acentúa el fenómeno de la sequía y las canículas que en esas zonas van de definidas a severas.

Definiciones.

Cuenca: La cuenca hidrográfica, también conocida como cuenca de captación o colectora, es una unidad geográfica conformada por un río principal y por todos los territorios comprendidos entre la naciente y la desembocadura de ese río. Incluye específicamente todas las tierras y ríos menores que aportan agua al río principal, así como su zona marino-costera, en los casos en que el agua desemboca en el mar (7).

Sub-cuenca: territorio que drena hacia el cauce principal de una cuenca el cual está conformado por un grupo de micro-cuencas (7).

Micro-cuenca: territorio que drena sus aguas hacia un curso principal de una sub-cuenca. Es decir que la cuenca se divide en sub-cuencas las que a su vez se dividen en micro-cuencas (7).

Ordenación de una cuenca: es un proceso planificador, permanente, sistemático, previsorio e integral, adelantado por el conjunto de actores que interactúan en y con el territorio de una cuenca, conducente al uso y manejo de sus recursos naturales, de manera que se mantenga o restablezca un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento social y económico de tales recursos y la conservación de la estructura y la función físico-biótica de la cuenca. Si pensamos en la realización de la ordenación de una cuenca de manera integrada, debemos considerar dos tipos de comportamiento:

- La visión de usar, transformar y consumir los recursos naturales de la cuenca, es decir aprovecharlos, para dar lugar al crecimiento económico.
- La visión de conservar, recuperar y proteger dichos recursos, es decir asegurar la sostenibilidad del ambiente y su entorno.

Ambos puntos de vista contemplan al recurso hídrico como un componente más de un sistema dinámico más complejo en el que se incluyen las interrelaciones a establecerse entre los recursos agua-bosques (flora en general) -suelo-subsuelo y fauna; también entre estos recursos y los sistemas socioeconómicos, institucionales y culturales.

Importancia y funciones de las cuencas. Las cuencas ejercen diferentes funciones que realzan la importancia de las mismas:

Función hidrológica: como su nombre lo indica, están íntimamente relacionadas con el recurso agua:

- La cuenca es el territorio donde se lleva a cabo el ciclo hidrológico.
- Es donde se realiza la captación de agua de las precipitaciones para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.
- Igual para el almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración y descarga del agua como escorrentía.

Función ecológica:

- Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua.
- Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua.

Función ambiental:

- Constituyen sumideros de CO₂.
- Alberga bancos de germoplasma.
- Regula la recarga hídrica y los ciclos bio-geoquímicos.
- Conserva la biodiversidad.
- Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos.

Función socio-económica:

- Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.
- Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural la sociedad.

Por aparte, están los **servicios ambientales que brinda el flujo hidrológico:**

- Sus ríos y quebradas brindan agua para el consumo humano.
- Suministran agua para riego de los cultivos agrícolas.
- Agua para la industria y el comercio.
- Agua para generación de energía eléctrica.
- Proporcionan recreación e incentivan el turismo.
- Funciona como un medio de transporte

- Asimila, en buena parte, los contaminantes y desechos. Algunos afluentes pueden ser utilizados para la eliminación controlada de algunos desechos.

Como se mencionó antes, en el manejo de cuencas ahora se trabaja con unidades más pequeñas: las micro-cuencas, que mantienen la misma coherencia hidrológica que las cuencas, pero son unidades pequeñas, más manejables y adecuadas para planificación; a la vez, son el área o territorio donde nacen ojos de agua, quebradas o riachuelos que drenan de las zonas altas y laderas y que luego se unen a otras corrientes hasta constituir las sub-cuencas y éstas a las cuencas. De allí la conveniencia de trabajar con micro-cuencas en las zonas secas. La figura 3 muestra los componentes de una cuenca:

a) La parte alta o zona de recarga: presenta la topografía más pronunciada, se produce la mayor infiltración de agua de lluvia y/o neblina, ésta se infiltra en el suelo, existen ojos de agua o nacimientos de corrientes y pequeñas quebradas que deben permanecer cubierta de vegetación para su conservación.

b) La parte media: es la zona más extensa y permite realizar algunas actividades agrícolas bajo control, utilizando técnicas de conservación de suelo como curvas a nivel, terrazas individuales, barreras vivas y muertas y acequias de laderas; el uso de estas técnicas es necesaria ya que estas zonas presentan niveles de pendiente que favorecen la pérdida de suelo por escurrimientos superficiales, lo cual contribuye a su deterioro cuando el suelo está desprotegido.

c) La parte baja: es la de mayor extensión y de drenaje porque recoge toda el agua de la parte alta y media de la cuenca. Son áreas más planas, de importancia para las actividades agrícolas, ganaderas, industrias y construcción de viviendas.

Objetivos y metas en el manejo de micro-cuencas. Deben estar íntimamente relacionadas con el manejo de la cuenca y con la misma visión, aunque deben señalarse objetivos concretos y metas que pueden cumplirse con mayor facilidad, dado el tamaño de la micro-cuenca, tales como:

- Aumentar la recarga de los mantos acuíferos, ello se logra evitando la contaminación provocada por los escurrimientos superficiales.

dando prioridad a los bosques y biodiversidad, prácticas de cultivos, manejo y uso del agua y demás componentes bióticos de la cuenca.

La gestión de riesgos en el manejo de cuencas. La ordenación de la cuenca, el conocimiento de su línea de base y el manejo integrado de los recursos naturales con un enfoque de cuencas hidrográficas proporcionan una vía favorable para la mitigación y reducción de la vulnerabilidad a los desastres naturales. El cambio climático ha acelerado y magnificado muchos desastres naturales (sequías, inundaciones, tormentas, huracanes, deslizamientos, terremotos, incendios forestales, erupciones volcánicas, tsunamis y otros) y es de esperarse que éstos se muestren con más crudeza en las zonas secas. Por tanto, la reducción de riesgos ante estos desastres casi inminentes, debe asentarse en las zonas secas mediante una organización sólida, permanente y participativa. La sequía es un tipo de desastre catalogado como de inicio lento o crónico, lo que brinda más oportunidades de enfrentarlo más eficientemente a través de la aplicación de ciertas tecnologías.

Tecnologías para el manejo de cuencas con enfoque en la prevención de la sequía.

- Llevar a cabo un mantenimiento y restablecimiento de la cobertura boscosa en toda la cuenca, incluyendo sub-cuencas y micro-cuencas; la reforestación en la parte alta de la cuenca es lo indicado.
- Facilitar la infiltración de la escorrentía superficial igual que aumentar la infiltración del agua en el suelo, sobre todo en las zonas de recarga, en la parte media de la cuenca.
- Realizar cosecha de agua por diferentes métodos, usando el método más adecuado, en la parte media y baja de la cuenca (ver capítulo VIII).
- Utilizar semillas criollas y variedades resistentes o tolerantes a la sequía en el área agrícola de la cuenca (ver capítulo X).
- Hacer un uso eficiente y equitativo del agua, ya sea para consumo humano, animal o para riego. Capacitaciones en educación ambiental son imprescindibles.

- La participación ciudadana, la organización comunal, local, municipal y gubernamental son también imprescindibles.
- La aplicación de las tecnologías anteriores debe dar como resultado el alcanzar un equilibrio hidrológico con una buena distribución de la esorrentía durante todo el año; de esta manera, la cuenca puede soportar de modo más eficiente la escasez de lluvias, afectando mínimamente a todos los componentes de la misma.

6

Vulnerabilidad de la disponibilidad de agua en las zonas secas debido al cambio climático

Cada vez hay mayor consenso en que el CC está provocando alteraciones aceleradas, mucho más de lo previsto inicialmente, en el clima mundial. Estos cambios a nivel global están impactando sobre las actividades económicas y los sobre los recursos naturales de todos los países y Nicaragua no es la excepción; al contrario, nuestro país junto con Honduras constituyen una de las zonas más vulnerables al CC en la región centroamericana, expuesta constantemente a pérdidas económicas, sociales y ambientales de grandes proporciones, sin tener ambos países gran responsabilidad en la causa del CC, ya que sus emisiones de GEI son insignificantes (se estima que todos los países centroamericanos como región, desde Belice hasta Panamá, producen, a nivel mundial, menos de 0,8% de las emisiones totales de GEI, lo que probablemente no cambiará significativamente en el futuro). Pero los efectos del CC ya se hacen sentir en la vida diaria de los ciudadanos nicaragüenses: hay un aumento significativo en el precio de la canasta básica, incrementos mínimos en el salario real y por tanto aumento de la pobreza; hay dificultades en la generación de la hidroelectricidad (la energía más limpia y más barata) cada vez que se presenta una sequía y los nuevos proyectos hidroeléctricos estarán expuestos a las consecuencias del CC; hay problemas en la disponibilidad de agua potable (sobre todo en la región central), ya sea para uso doméstico,

industrial o para riego y esto último crea una escasez de alimentos; ya han ocurrido muertes por las olas de calor; grandes pérdidas económicas por huracanes o tormentas, así como en los bosques, las cosechas y animales, debido a huracanes, sequías o inundaciones.

Al encontrarse en el corredor de los huracanes de la Cuenca No. 3 (Golfo de México, Mar Caribe y Atlántico), Nicaragua se ve constantemente afectada por eventos extremos que, según proyecciones, aumentarán en frecuencia e intensidad debido al CC. Nuestro país, junto con el resto de Centroamérica, se encuentra frente a una zona de interacciones climáticas entre los hemisferios norte y sur y toda la región del Mar Caribe, una región de convergencia intertropical donde el movimiento de los ciclones tropicales, las ondas del este y el desplazamiento de los frentes fríos, son algunas de las manifestaciones climáticas más frecuente. A esto hay que agregar que en nuestro país, y resto de Centroamérica, la variabilidad climática se manifiesta con otros factores de escalas interanuales como son dos eventos meteorológicos extremos: El Niño y La Niña, íntimamente asociados con sequías e inundaciones respectivamente. Los eventos de El Niño o eventos cálidos, ocasionan sequías; en contraste, La Niña, se relaciona con tormentas y huracanes tropicales que incrementan la precipitación. Ambos fenómenos impactan directamente a los sectores socioeconómicos y ambientales del país (5).

Todo esto ha llevado a que se realicen proyecciones en los escenarios climáticos para valorar los impactos del CC en diferentes horizontes de tiempo y para distintos sectores (recursos hídricos, agricultura, forestería, pesca y otras actividades). En lo que concierne a los recursos hídricos y su disponibilidad, se afirma que de continuar la tendencia del incremento de temperatura a nivel mundial, las zonas lluviosas estarían más expuestas a torrenciales aguaceros y las zonas secas padecerían sequías con más frecuencia, por lo que se volverían aún más secas y todo hace indicar que estas tierras de clima seco van a acusar los cambios más que las de clima húmedo, siendo por tanto más vulnerables a la disponibilidad de agua. Esta afirmación está de acuerdo con los estudios de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático (MARENA 2002), donde se proyecta un menor nivel de precipitación en todo el país. Como consecuencia, los Departamentos de Chinandega, León, Managua y Masaya tendrían caídas severas en los rendimientos productivos, y la Cuenca No. 64 (entre Cosigüina y Tamarindo) sufriría por escasez de agua. Por otro lado, se ha estimado que en toda la Región del Pacífico, donde se encuentran los suelos más fértiles, la temperatura promedio aumentaría, y al mismo

tiempo se proyectan pérdidas de cultivos por sequías acentuadas. Es muy probable que se reduzca el nivel del agua de los acuíferos, principalmente por la reducción de los totales anuales de precipitación (10% a 20%) y de los volúmenes acumulados durante los meses del período canicular (julio-agosto). Lo anterior, combinado con el aumento de la población y de las áreas de riego, pondrá en riesgo el reparto equitativo del agua.

Mientras que las zonas secas al norte de la Región Central, se acentuarían aún más, incrementando la vulnerabilidad a la carencia de agua. Según estudios del INETER, las zonas más expuestas a sequías son las del Pacífico Occidental (Chinandega), algunos municipios de la región Central (Chontales) y en la región Norte, la zona más afectada se ubica entre las Cordilleras de Dipilto, Jalapa e Isabelia y las Sierras de Tepesomoto, es decir en el corredor de la zona seca (Nueva Segovia, Madriz y Estelí). Uno de los rubros más afectados sería la producción de café, especialmente en las plantaciones cafetaleras de Las Segovias, donde se prevé una disminución de la precipitación del 30% en los próximos 50 años. A pesar de lo que presentan los diferentes escenarios de CC para el presente siglo, sobre todo después del año 2050, se requieren proyecciones más exactas en relación a esos mismos escenarios y sobre la incidencia de extremos climáticos en el país, aunque no hay duda de que la evaluación de las amenazas proyectadas constituye un insumo vital para la evaluación del riesgo futuro que presentan esos escenarios y en particular las sequías.

Muy ligado a todo lo anterior, si sumamos los continuos despales, quemas, incendios forestales que ocurren en la zona seca central-norte, el panorama que se vislumbra no es nada alentador para sus habitantes y por más esfuerzos que se hagan en suministros de ayuda alimentaria cada vez que se presenta una sequía, la situación general no cambiará en absoluto. Lo mismo puede decirse del resto de zonas secas del país, en mayor o menor grado, lo que hace pensar en el uso de otras alternativas productivas, no ensayadas hasta el día de hoy, en estas zonas. Por ello es importante que tanto el gobierno, los prestadores de ayuda a las zonas afectadas por la sequía, así como los pobladores de las mismas, comprendan a cabalidad lo que ocurre en situaciones de crisis cuando se presenta la sequía y lo que ello implica, al crearse un círculo vicioso vulnerabilidad – sequía – emergencia, del cual es muy difícil salir cuando el fenómeno se presenta en forma cíclica, si no se introducen nuevas alternativas para romper ese círculo.



Vulnerabilidad y reducción de riesgo a desastres (rrd) por sequía

El círculo vicioso Vulnerabilidad-Sequía-Emergencia.

Si bien la ausencia de lluvias ocurre en diferentes partes del territorio nacional y en sí no implica un desastre, en las últimas décadas se ha registrado un aumento generalizado en la frecuencia y severidad de los eventos climáticos extremos, debidos muy probablemente al CC, que ha creado implicaciones complejas en el deterioro progresivo de los medios de vida de las poblaciones más vulnerables; ejemplo de ello son los huracanes en la Costa Caribe y las sequías en diferentes partes del país. En el caso de las sequías, su repetitiva presencia en una misma zona (algo conocido y comprobado en el corredor seco de Nicaragua) conlleva un efecto de interrupción progresiva de los mecanismos tradicionales de adaptación y resiliencia (La resiliencia o resiliencia es la capacidad que tiene una persona o un grupo de recuperarse frente a la adversidad para seguir proyectando el futuro), hasta su posible colapso, con consecuencias graves en detrimento de los avances alcanzados por el trabajo diario de impulso al desarrollo. A este efecto se le denomina “el círculo vicioso de la sequía” (Figura 4), el que indica que los desastres que ésta ocasiona, someten a las personas a más pobreza, aumentando cada vez más su vulnerabilidad ante futuros desastres. Por su característico desarrollo lento, las sequías han sido consideradas como un período crítico que requiere intervención en emergencia sólo de forma esporádica y, en esos casos, las actividades con las personas afectadas se concentran en suplir las

necesidades básicas, priorizando el conservar y salvar vidas (distribución de agua, construcción de pozos de emergencia, distribución de comida, vacunaciones, etc.). Pero se vuelve imperativo o necesario el incorporar en el enfoque nuevos elementos para revertir el círculo vicioso de vulnerabilidad – sequía – emergencia.

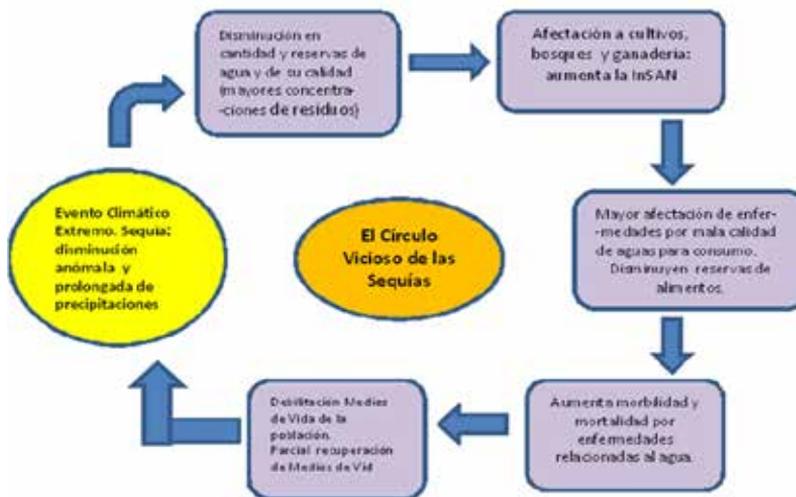


Figura 4. El círculo vicioso vulnerabilidad – sequía – emergencia

La Gestión de Riesgo de Desastres (GRD).

La Estrategia Internacional de Reducción de Desastres define la Gestión del Riesgo de Desastres como el desarrollo y aplicación sistemática de políticas y prácticas para minimizar las vulnerabilidades y los riesgos de desastre en una sociedad y evitar (prevención) o limitar (mitigación y preparación) los efectos negativos de las amenazas en un contexto amplio de desarrollo sostenible.

El Riesgo Climático.

Es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento climático (sequía, inundaciones, huracanes) del que se esperan consecuencias negativas,

provocando daños sociales, ambientales y económicos, (muerte o lesiones de personas, daños a propiedades, medios de subsistencia, interrupción de la actividad económica, deterioro ambiental). El objetivo de conocer el riesgo climático es minimizar los impactos negativos (reducir los riesgos). La constante práctica de la reducción del riesgo de desastres puede romper el ciclo negativo del evento climático, en este caso sequía, y ayudar a los pobres a fortalecer su resiliencia ante los desastres y a mejorar su seguridad alimentaria.

Amenaza Climática. Es un fenómeno que actúa solo o en combinación con la actividad humana, ocasionando una condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Vulnerabilidad. Se define como las características y las circunstancias de un grupo, una comunidad, un sistema, que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Los diversos aspectos de la vulnerabilidad surgen de factores físicos, sociales, económicos y ambientales.

El riesgo climático depende de la confluencia de factores de amenazas climáticas y factores de vulnerabilidad ante esas amenazas; tomando un ejemplo de riesgo de sequía, se puede representar de la siguiente forma (Figura 5).

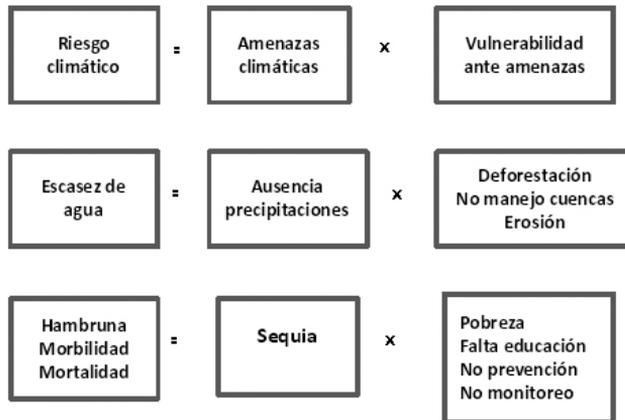


Figura 5. Representación del riesgo climático

La RRD en el Ciclo de Sequía

Adaptar la GRD al Ciclo de la Sequía, permite ocuparse de las causas inmediatas para enfrentar a posibles futuras sequías, gracias al trabajo de preparación para emergencias. A la vez permite trabajar las causas subyacentes al riesgo, aumentando la resiliencia de las poblaciones expuestas a sequías, consideradas ya como eventos cíclicos.

En el Ciclo de Gestión de la Sequía, se pueden conceptualizar cuatro fases cíclicas (ver Figura 6), en la que cada fase determina un trabajo específico con enfoque de Reducción de Riesgo a Desastres:

- Normalidad: se llevan a cabo acciones de mitigación tales como desarrollo comunitario, planes de emergencia, desarrollo de infraestructuras, educación en RRD.
- Alerta: se desarrollan actividades de preparación tales como protección de fuentes de agua, almacenamiento de alimentos, sistemas de alerta temprana, etc.
- Emergencia: una vez ocurrido el fenómeno climático, se trata de dar respuestas concretas; estas se presentan como una combinación entre trabajos remunerados (alimentos o dinero por trabajo) y actividades ligadas al desarrollo sostenible (reparación de caminos, de fuentes de agua).
- Recuperación: en esta fase se desarrollan actividades de diversa índole, consistentes en la reconstrucción de los desastres causados por el fenómeno climático, todo con la intención de volver a la normalidad e iniciar de nuevo medidas de mitigación

La característica de desarrollo lento de las sequías permite abrir un espacio temporal para que las instituciones encargadas puedan implementar estas cuatro fases, cuya finalidad es reducir la vulnerabilidad de las poblaciones aumentando sus capacidades y su resiliencia en relación a un fenómeno que ya no es reversible, ni cambiará en el curso de varias generaciones, sino que es cíclico, tal es la sequía.

Este modelo de Gestión del Ciclo de la Sequía que se muestra en la Figura 6, se puede contemplar como un marco de referencia para planificar las intervenciones en situaciones de sequía, ya que aporta las siguientes ventajas:

- Facilita transversalizar la RRD en contextos no tradicionales de asistencia humanitaria, enfatizando la necesidad de actividades de adaptación al CC (mitigación y preparación de la comunidad ante desastres).
- Mejora la eficacia y eficiencia de las actividades de desarrollo de los Medios de Vida.
- Crea la posibilidad de trabajar temáticas de defensa de la comunidad, combinando trabajo humanitario y actividades de desarrollo sostenible.
- Asegura mayor rapidez en la respuesta, debido a que los primeros en responder a las emergencias son las personas de las mismas comunidades afectadas, así que todo esfuerzo que se haga por mejorar las capacidades comunitarias tendrá un impacto más directo en los problemas de los más vulnerables para una pronta y efectiva reacción ante la situación de emergencia.

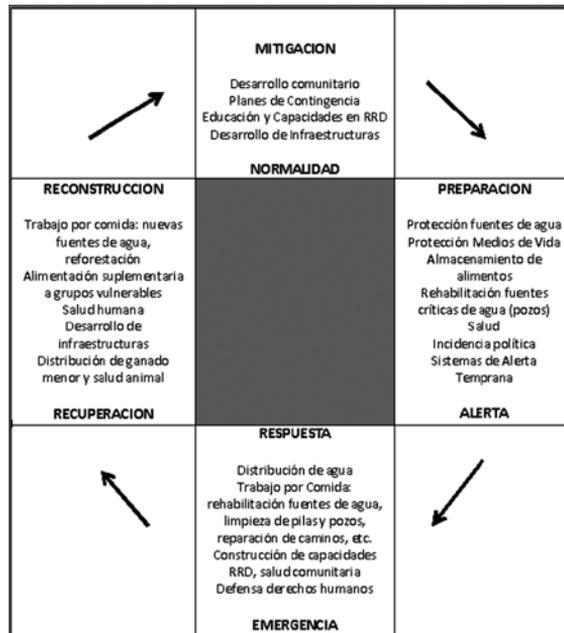


Figura 6. Fases del Ciclo de Gestión de la Sequía

Independiente de que la sequía sea provocada por el fenómeno de El Niño, por la acción del hombre o sea un evento extremo provocado por el CC acelerado por la misma acción antropogénica, siempre existen tecnologías de fácil aplicación para hacer frente a la misma (algunas de ellas ya se mencionaron en la sección de Manejo de Cuencas). No obstante, además de lo contemplado en la Figura 6, debe contarse con planes permanentes que no necesariamente tienen que ser ejecutados por la comunidad, sino por agencias municipales o departamentales, aunque deben participar los comunitarios, todo con el fin de coadyuvar a la gestión del ciclo de sequía; entre los componentes de un plan se debe contar con:

- Predicción
- Monitoreo
- Evaluación del Impacto
- Respuesta.

Las predicciones: se pueden realizar con estudios del clima que utilicen modelos conjuntos de océano/atmósfera, patrones anormales de circulación en el océano y la atmósfera, la humedad del suelo, la asimilación de datos de percepción remota en modelos numéricos de predicción, y con el conocimiento del volumen de agua disponible para uso doméstico, pecuario, y de irrigación.

El monitoreo: se realiza utilizando los datos y estadísticas tales como precipitación, condiciones climáticas, condiciones de la producción agrícola y disponibilidad del agua. Las observaciones satelitales complementan los datos recogidos por estos sistemas, ya que los satélites son necesarios para la provisión de una cobertura sinóptica.

La evaluación del impacto: se realiza en base al uso de la tierra, la persistencia de condiciones anormales, la demografía e infraestructura existente, la intensidad de la sequía y su cobertura regional, y su efecto sobre la producción agrícola, la salud pública, la cantidad y calidad de agua, y la estabilidad de la infraestructura.

La respuesta: además de lo antes citado, puede incluir un sinnúmero de actividades tales como un seguimiento y monitoreo de la sequía, un eficiente manejo del agua y de la producción agrícola y pecuaria, aumento

del almacenamiento y abastecimiento de agua con agua subterránea o con infraestructuras de almacenamiento, el aumento en la conciencia de la población y la educación, planeamiento local de la cuenca, reducción en la demanda y conservación del agua.

Toda la gestión del ciclo de sequía en el área rural puede resumirse en la ejecución de las siguientes prácticas que tienen que ver con la mayor actividad económica que se realiza en el campo: la agricultura y la ganadería, es decir conservación del suelo y agua y manejo del ganado.

Conservación del suelo y el agua

La conservación del suelo y agua se puede lograr con medidas agronómicas y de ingeniería y lo que se pretende es que las prácticas de conservación minimicen la degradación de la estructura, composición y biodiversidad natural del suelo, de tal modo que reduzcan su erosión y degradación, la escorrentía superficial y la contaminación del agua. Las siguientes son algunas prácticas establecidas para la conservación del suelo y agua: rotación de cultivos, cultivo en contorno, uso de terrazas, estructuras para control de erosión, estructuras para retención y captación del agua, cortinas rompevientos, manejo de rastrojos y residuos vegetales, labranza en contorno, labranza mínima, cultivos de cobertura, etc. Estas medidas previenen la erosión y aumentan la humedad del suelo (mayores detalles en capítulo VIII). Las medidas de ingeniería dependen de la ubicación, pendiente, tipo de suelo, y cantidad e intensidad de la precipitación.

En cuanto a manejo del ganado, las medidas para contrarrestar los efectos de la sequía se amplían en el capítulo XVIII.

Tecnologías simples para influir positivamente en el ciclo de sequía.

Debido a que los efectos de la sequía -sea provocada por el fenómeno de El Niño, por efectos del cambio climático, combinado y acelerado por las acciones humanas- siempre ocasionan impactos que tienen implicaciones en varios sectores: (agropecuario, hídrico, salud, infraestructura, turismo y otros), y por tanto requiere capacidad científica, tecnología e inversiones, algo de lo que muchos países incluyendo el nuestro, a veces no están en capacidad de hacerlo.

En el Cuadro 4, se citan algunos ejemplos de tecnologías simples referidas a diferentes sectores, todo con la finalidad de influir hasta donde sea posible en cualquiera de las fases del ciclo de sequía. Como puede apreciarse, se muestran ejemplos sobre cinco sectores, los cuales pueden ampliarse dependiendo de la intensidad y duración de la sequía, la zona donde se desarrolla, etc. Son tecnologías sencillas, nada nuevas, ya se han aplicado en nuestro país y en muchos otros lugares, aunque para ponerlas en práctica siempre se necesitan recursos, asistencia técnica y sobre todo la organización de la base de los pobladores de las zonas afectadas. Capacitaciones en el área de resiliencia son muy útiles en casos de sequía extrema, ya que en ocasiones, las circunstancias difíciles o los traumas permiten desarrollar recursos que se encontraban latentes y que el individuo desconocía hasta el momento, es decir, que sale a flote la resiliencia y el individuo o el colectivo pueden sobreponerse a contratiempos o incluso resultar fortalecido por los mismos.

Cuadro 4. Ejemplos de tecnologías simples para aminorar el efecto de la sequía.

Sector	Tecnología a aplicar
Agua	Hacer cosecha de agua de lluvia y de escorrentía; técnicas de almacenamiento y conservación de la misma (micro-presas, embalses), reciclación/reutilización del agua; uso eficiente de micro-riego, uso eficiente del agua con fines domésticos, crear y fortalecer una mesa diálogo para el manejo del agua para evitar potenciales conflictos entre miembros de la comunidad y otras comunidades, etc.
Agricultura	Uso de variedades criollas, uso de variedades tolerantes o resistentes a la sequía, modificación de fechas de siembra, modificación de densidades de siembra; reubicación de cultivos; recuperación de suelos degradados, incorporación de residuos de cosechas, prácticas de conservación de suelos, sistemas agroforestales (cultivos en callejones, cercas vivas, etc.).
Ganadería	Introducción de ganado criollo, razas cebuinas, ganado menor (ovejas, cabras) y otras especies menores (conejos, garrobos), establecimiento de sistemas silvo-pastoriles, de bancos forrajeros, henificación, ensilaje, etc.

Salud	Prevención y capacitación sobre los efectos del calor sobre la salud; equipamiento adecuado de los centros de salud, impulso a la medicina tradicional, servicios médicos completos durante el período de emergencia; mejora de medidas de monitoreo y control de enfermedades sensibles al clima y a la carencia de agua potable o relacionadas con condiciones higiénico-sanitarias, tales como IRA, EDA, dengue clásico, desarrollar una campaña para promoción de hábitos de higiene y de uso racional del agua, promover el uso de ecofiltros.
Infraestructura	Generalizar uso de paneles solares, generadores eólicos o sistemas mixtos, instalación de radio-comunicadores, construir o reforzar muros de contención, establecer cercas o anillos verdes alrededor de los asentamientos, protección y reforzamiento de las barreras naturales existentes, preparar escuelas para albergues de emergencia, capacitaciones en resiliencia, diversificación de actividades económicas (ej: ecoturismo).

En el siguiente capítulo se muestran algunas de las tecnologías ingenieriles para captación y almacenamiento de aguas.



Tecnologías alternativas de captación y almacenamiento de aguas en las zonas secas

Dada la importancia que el agua ha tenido en todas las civilizaciones, el ser humano siempre se ha preocupado por su captación, especialmente en zonas secas. Las formas más primitivas de recoger agua fueron sencillos hoyos excavados en el suelo o en la roca, para captar y almacenar la escorrentía generada durante las lluvias. Actualmente las técnicas de captación más utilizadas son la recolección de agua de lluvia, de escorrentía y la extracción de aguas subterráneas; estas técnicas tienen como complemento, el establecimiento de estructuras de almacenamiento y aunque a través de todo el mundo se han identificado más de un centenar de técnicas, en este trabajo solo mencionaremos las más sencillas, que pueden construirse a través de la mano de obra familiar o comunal y que ya se usan en el área rural de nuestro país.

En sentido amplio, la recolección de agua puede definirse como un conjunto de técnicas destinadas a captar agua de cualquier origen, y utilizarlo en la agricultura, en el abastecimiento humano o ganadero, o en la repoblación forestal; otro término muy utilizado en vez de recolección o captación, es el de “ cosecha de agua ” que proviene del término en inglés water harvesting. Cualquier sistema de recolección de agua consta de dos partes absolutamente imprescindibles: un área de impluvio, donde se genera escorrentía, y un área

de recepción, en la que se recibe la escorrentía y se almacena, ya sea en el suelo (mediante infiltración, como en el caso de los cultivos o de la repoblación forestal) o en depósitos (cisternas, estanques, etc.). Hay que considerar que la captación de agua de lluvia incluye más que todo el agua de escorrentía superficial, la cual se utiliza para propósitos de producción agrícola, pecuaria y forestal; esto a la vez disminuye el daño por erosión al disminuir la libre circulación de la escorrentía sobre la superficie del suelo, sobre todo si éste ha sido desprovisto de su cobertura vegetal.

En las áreas afectadas por la sequía, la captación y almacenamiento de agua puede aumentar los rendimientos de los cultivos y, por tanto, reducir los riesgos en las áreas de seguridad alimentaria y salud. Debido a que buena parte de las zonas secas de Nicaragua tienen una vocación netamente forestal, sobre todo en la zona seca centro-norte (suelos poco profundos, de pendientes pronunciadas, con rocas en la superficie y/o en el subsuelo), se mencionan algunas técnicas de recolección de agua de escorrentía con fines de repoblación forestal, tanto la que tiene un carácter productivo, como la que persigue la restauración de la vegetación, donde lo que se pretende alcanzar es mejorar la supervivencia de la vegetación por repoblación forestal, para que cumplan con su función protectora del suelo.

A continuación se mencionan algunas técnicas ingenieriles de recolección de aguas, las que se han puesto en marcha con éxito, en varias zonas secas del país.

Captación de agua de lluvia a través de techos.

La cosecha de aguas de lluvia a través de techos, consiste en desviar o capturar la precipitación para usarse diariamente, casi siempre a nivel doméstico. Dependiendo de la cantidad de lluvia almacenada, puede usarse en el riego de huertos familiares y para consumo de animales domésticos, aunque en la mayoría de casos se destina para uso del hogar, ya que la captación del agua para uso agrícola necesita de mayores superficies de captación por obvias razones, por lo que en estos casos se requiere de mayores superficies impermeables para recolectar la mayor cantidad posible de agua. El modelo de recolección de la lluvia a través del techo, tiene un beneficio adicional y es que además de su ubicación, minimiza la contaminación del agua.

Ventajas del uso de agua de lluvia.

- Es un producto gratis y de alta calidad físico-química.
- Sistema independiente y, por lo tanto, ideal para comunidades dispersas y alejadas.
- En su construcción e instalación se emplea de mano de obra local o familiar y pueden usarse materiales locales para su captación.
- No hay demanda de energía para la operación del sistema.
- De fácil mantenimiento y comodidad y ahorro de tiempo en la recolección del agua.

También presenta ciertas desventajas que deben conocerse:

- Cuando no se usan materiales locales, hay un alto costo inicial que puede impedir su implementación por parte de las familias de bajos recursos económicos (canales de recolección, conducción y distribución, filtro, depósito de almacenamiento).
- La cantidad de agua captada depende de la precipitación del lugar y del área de captación; en las zonas secas se debe estar pendiente de los escasos períodos de lluvia.
- Requiere tratamiento previo, antes de su consumo

Los elementos para recolectar agua de lluvia de un techo son: el área de recolección (techo), el sistema de conducción (canales), el filtro (opcional pero recomendable), el interceptor de primeras aguas (opcional) y el tanque de almacenamiento. La Figura 7 presenta un esquema de recolección de agua a través de los techos.

Esta tecnología admite diferentes variantes, tal como que el depósito de almacenamiento esté ubicado en un sitio más alejado de la vivienda y sea de mayores dimensiones, con el fin de utilizarlo para riego de huertos familiares o pequeñas parcelas.

Captación de aguas en reservorios de laderas.

Como su nombre lo indica, el reservorio es una tecnología para laderas. Consiste en una estructura de almacenamiento de agua que se construye semienterrada en el suelo. Prácticamente se trata de una pila semienterrada, en forma de una panela o tapa de dulce, que es más pequeña del fondo y más ancha y larga en la parte superficial (Fotografía 2) dando la forma de un trapecio. El reservorio está diseñado de forma que puede ser abastecido de agua a través de manguera, captar el agua directo de la lluvia o por escorrentía por medio de acequias (31).

En las zonas secas, el reservorio se emplea para captar agua cuando se presentan las lluvias y puede utilizarse en riegos de alivio, en caso de retiro prolongado de las lluvias y así disminuir el peligro de perder la producción por sequía. Si se cuenta con un ojo de agua permanente, este puede captar agua y ser usada para riegos en verano o durante todo el año. Este tipo de almacenamiento de agua demanda bastante mano de obra, principalmente en terrenos pedregosos, o suelos muy duros. Dado que los reservorios se construyen en la época de verano, es aquí donde se demanda la mano de obra. Una vez construidos, la demanda de mano de obra es mínima, ya que únicamente requiere de la limpieza de las acequias después de las lluvias (31).

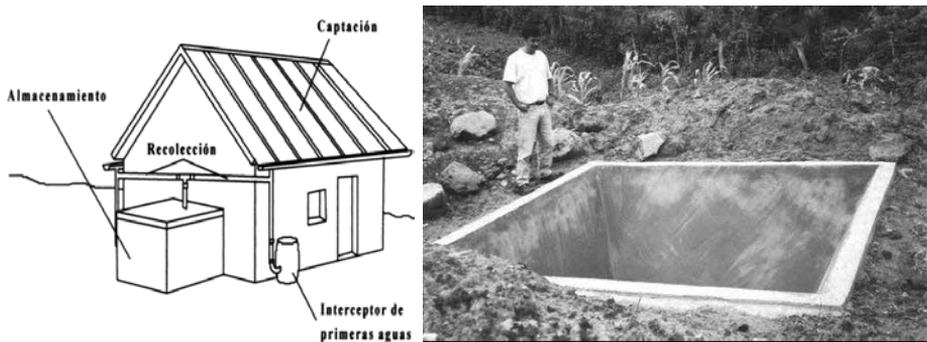
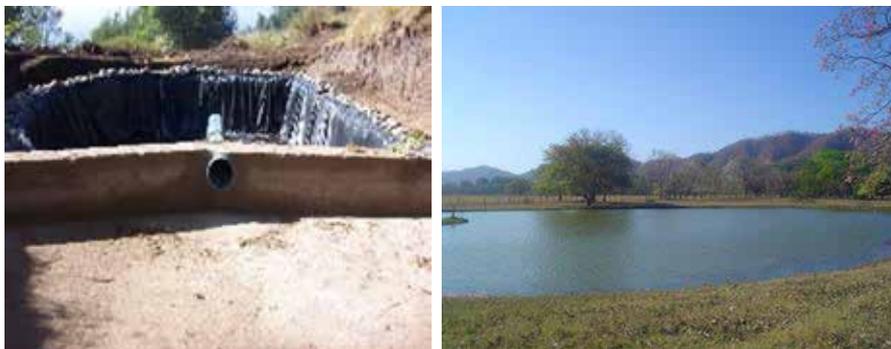


Figura 7 (izq). Diseño sencillo de captación de agua en techos (Fuente: OPS)
Fotografía 2 (der). Reservorio en laderas para captar agua de lluvia o de escorrentía.
Fuente: PASOLAC (31).

Captación de agua en lagunetas o embalses.

El término “captación de agua en lagunetas” es un poco amplio, ya que se puede referirse a depósitos artificiales relativamente grandes u obras más modestas, pero todas tienen el mismo fin: la captación de aguas de lluvia provenientes de escorrentías, aunque en algunos casos pueden hacerse con el desvío de pequeños ojos de agua o riachuelos que tengan permanencia en el suministro de agua. Se construyen cerrando la boca de un pequeño valle, micro-cuenca, hondonada o vertiente, mediante una presa, o levantando un dique para detener el escurrimiento del agua y crear el embalse; también pueden hacerse con movimiento de tierra o excavación en la parte baja de un valle, ya sea usando maquinaria o a mano, dependiendo de su tamaño. Debido a que captan mayores volúmenes de agua, deben cumplir ciertos requisitos: que el fondo y las paredes del embalse sean de materiales arcillosos o rocosos para que tengan un grado aceptable de impermeabilización; en caso contrario pueden cubrirse con arcilla, con geo-tela impermeable, con polietileno o plástico negro de grueso calibre, o hacer a su alrededor un talud que puede ser de solo tierra o de piedra y cemento; deben poseer una zona de entrada o “toma” de agua y una de salida o emisión para prever rebases por mucha agua en determinado tiempo. Estas lagunetas o embalses tienen usos muy diversos: fuente de agua para micro-riego, abrevaderos para el ganado aunque no de forma directa, para consumo humano pero con tratamiento previo del agua; también se las usa para la cría de peces. Se pretende que estos estanques alcancen su máximo de captación en la época de lluvias y aprovechar el agua en la época seca.



Fotografías 3 y 4. Laguneta con revestimiento de geo-membrana (izq.)
y con talud de tierra (der.)

Represas pequeñas aprovechando cárcavas.

Contrario a las lagunetas o estanques, esta técnica aprovecha la forma natural del terreno que ha sido conformada por la cárcava y por los terrenos aledaños que aportan los taludes naturales (Figura 8); estos taludes deben conformarse y tener una pendiente adecuada para facilitar la escorrentía del agua de lluvia a la pequeña represa. Tanto los taludes naturales como el fondo deben ser impermeables para evitar la pérdida de agua por infiltración, de lo contrario deben impermeabilizarse con algún material local (arcilla). La retención del agua se logra, erigiendo un muro o dique construido también con materiales locales como rocas y arcilla y se le rodea en toda su longitud con alguna vegetación (como vetiver) para protegerlo de la erosión. La capacidad de la represa dependerá de la cantidad de precipitación que se alcanza en la zona y de las pérdidas por infiltración y/o evaporación; para disminuir estas pérdidas de agua es recomendable la siembra de árboles a todo alrededor de la represa. Este tipo de estructuras admiten diferentes variantes, dependiendo de la conformación original del terreno a aprovechar, los materiales locales, las dimensiones que se les quiera dar y la cantidad de precipitación en la zona; para esto último, si la precipitación es considerable aunque sea en un corto período, se puede utilizar una salida de agua para controlar rebalses.

Cosecha de ojos de agua, arroyos, riachuelos permanentes y temporales

En estos casos se utilizan canales de desviación, diques, presas, estanques, dependiendo del caudal de la fuente de agua y sobre todo la topografía del terreno, de la cual depende la selección del sitio para almacenamiento, ya que siempre hay suficientes lugares donde, durante lluvias intensas pero cortas, fluye o se junta el agua. Estos serán los sitios más adecuados para construir presas y estanques.

Al captar agua de ojos de agua, arroyos y riachuelos, tenemos que poner especial atención en un sistema de desazolve o colado del agua, antes que llegue a los estanques, presas o cisternas, ya que el agua, a medida que escurre, está en contacto directo con el terreno antes de llegar al sistema de captación que se está utilizando.

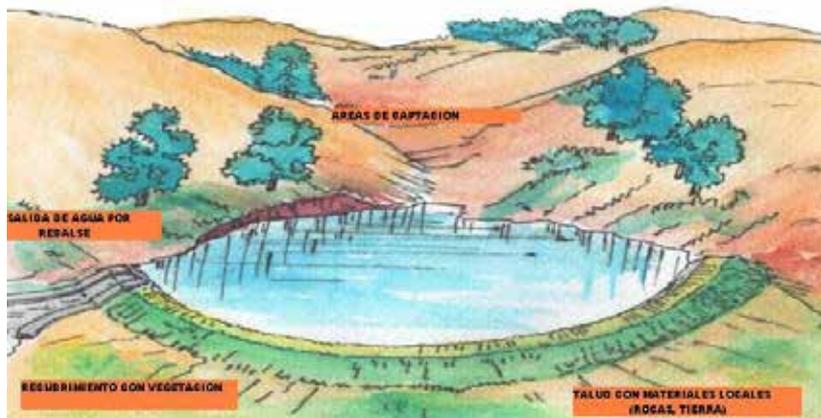


Figura 8. Pequeña presa aprovechando una cárcava y escorrentía natural
(Fuente: TROPISSEC)

Presas filtrantes.

Una solución muy sencilla para el caso antes citado, es la construcción de presas filtrantes, en barrancos y cauces de los arroyos y manantiales, que dejan pasar el agua, pero retienen tierra y materia orgánica. Estos se construyen de piedras y rocas amontonadas, sin el uso de cemento en algunos casos reforzados con malla ciclón (gaviones). Hay que tener cuidado de no hacerlas demasiado altas, porque se pueden caer con la fuerza del agua después de los aguaceros; a veces es mejor hacer varias presas pequeñas. Esta técnica también es útil en el manejo de agua en el paisaje, en la captación de materia orgánica y evitando la erosión del suelo.

Presas de gavión.

Las presas de gavión se construyen en los barrancos, donde baja mucha agua después de los aguaceros fuertes en la temporada de lluvia. Esto solo puede ocurrir una o dos veces en el año, por lo que es de esperarse que estas presas puedan llenarse rápidamente en cuestión de minutos, por lo que tienen que ser bien reforzada. Es importante dejarles en la parte superior un canal suficientemente ancho para que pueda desbordarse el agua, una vez que se haya llenado. Si los terrenos montaña arriba están muy desprotegidos, se pueden llenar con tierra en poco tiempo debido al arrastre del suelo.

Las presas de gavión están construidas con cajones de malla que se rellenan con rocas, y se entretejen entre sí, cuando se colocan para formar barreras resistentes. Detienen la velocidad del agua y alcanzan a captar tierra y sedimentos, que de otra manera se perderían en los grandes ríos, contaminándolos. Si se construyen varias presas de este tipo en un barranco, es posible, retener suficiente agua que puede aprovecharse durante toda la época seca. Estas presas, en conjunto con otras estrategias, pueden ayudar a recuperar manantiales, que se han perdido a causa de malas prácticas agroforestales.

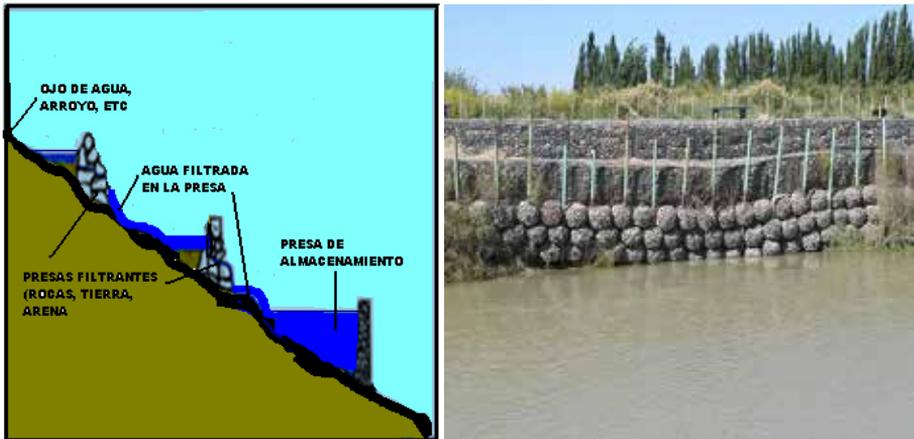


Figura 9. Presas filtrantes

Fotografía 5. Uso de gaviones en presas.

Zanjas de almacenamiento revestidas.

Una tecnología muy interesante es la captación de agua por medio de zanjas revestidas con plástico negro (6). Consiste en excavaciones realizadas en curvas a nivel con profundidades no mayor a un metro (1 m) y con paredes en forma de talud, con ángulo de inclinación de 40% con respecto al fondo, con el fin de mejorar la estabilidad del suelo, principalmente en suelos arcillosos. La longitud varía según las necesidades de almacenamiento y tomando en consideración la estabilidad de los suelos. En las partes centrales de la longitud se dejan áreas de descargue con un filtro artesanal adherido

a una manguera de polietileno para facilitar la salida de agua por gravedad hacia el área de aprovechamiento. Una vez construidas las zanjas se recubren con plástico preferiblemente de calibre 1000. Las zanjas de almacenamiento pueden taparse con el mismo material plástico o dependiendo del uso final, puede hacerse con material vegetal, lo que ayudaría a disminuir la pérdida de agua por evaporación (6). Las fotografías 6 y 7 muestran lo antes descrito.



Fotografías 6 y 7. Excavación de zanja de almacenamiento (izq) y zanja revestida (der).

Fuente: Cajina (6)

Captación en aljibes.

La captación de aguas en aljibes o pilas, consiste en cavar un hueco en el suelo, recomendable en la parte más baja, para facilitar el escurrimiento hacia el aljibe que posee paredes con talud. El tamaño está en correspondencia a la cantidad de precipitación, el área de captación y demanda de agua. En suelos de texturas livianas (franco-arenosos y francos) el fondo y las paredes se recubren con material impermeable como ladrillo de barro o bloques de concreto, unidos con mezcla de arena, cemento y agua. Es opcional el uso de una tapa para mantener la calidad del agua almacenada.

El agua a almacenarse en los aljibes puede provenir de diferentes fuentes: del techo de las viviendas, de arroyos, conducida por cañerías hasta el lugar

donde se construye el aljibe; también puede captarse agua de cerros con pendientes pasando primero por desarenadores o sedimentadores para evitar la menor contaminación del agua y garantizar la protección del aljibe. Otra variable en los aljibes es recubrirlos con polietileno, en vez de bloque de arcilla o concreto. En este caso se hace una excavación rectangular con las paredes en forma de talud, con profundidades entre 1.0 m y 1.5 m; las dimensiones varían en relación a la cantidad de precipitación, área de captación y demanda de agua. Para los aljibes revestidos con polietileno, el suelo debe ser compactado en el fondo y paredes para lograr su estabilidad y tanto en el fondo como en las paredes no deben quedar maderas o piedras que perforen el polietileno. Se debe proteger con un cercado en el entorno, para evitar que el plástico sea perforado. Para evitar la pérdida por evaporación se pueden tapar con el mismo material plástico, aunque preferiblemente debe construirse cercano a la sombra de los árboles (6). Las fotografías 8, 9 y 10 muestran la forma y construcción de los aljibes.



Fotografía 8. Construcción de aljibe revestido con concreto. Fuente: Cajina (6)



Fotografías 9 y 10. Excavación y base del aljibe (izq) y aljibe revestido con polietileno (der). Fuente: Cajina (6)

Anillos de captación en cerros.

Similar a la anterior tecnología, los anillos de captación de agua en cerros consisten en construir una zanja horizontal con una ligera pendiente bajo la curva de nivel, para conducir el agua de lluvia obtenida hacia un punto determinado. La función de los anillos de captación es recoger el escurrimiento de agua de lluvia de los cerros que bordean una cuenca o están dentro de la cuenca. El agua captada en los anillos puede conducirse hasta pequeños embalses para usos productivos, de conservación y recuperación arbórea, también en uso de abrevaderos de animales (6).

En las pendientes escarpadas de los cerros se pueden iniciar labores de regeneración ecológica utilizando zanjas trinchera, anillos de captación y reforestación con especies adecuadas, con el objetivo de favorecer la formación de suelos mediante la reforestación, reducir la velocidad de

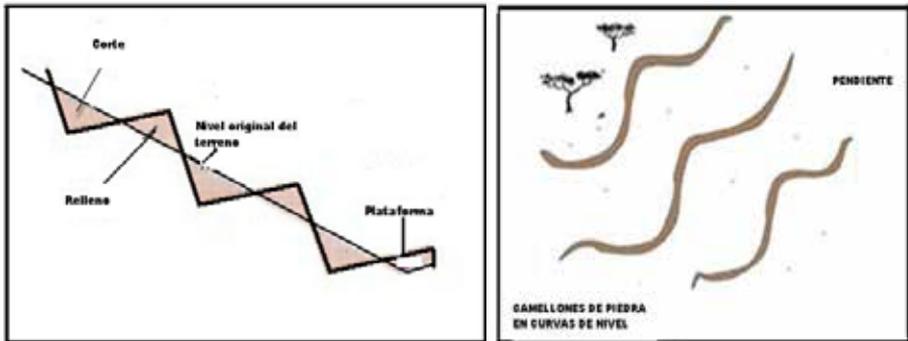


escurrimiento de agua de lluvia, disminuir la erosión, propiciar la infiltración hacia el subsuelo, y conducir el agua retenida al lugar deseado, dentro de la cuenca (6). La fotografía 11 muestra un anillo de captación de agua.

Fotografía 11. Anillo de captación en un cerro.

Captación y retención de agua en terrazas.

La creación de terrazas o plataformas, llamadas también terrazas de banco, es una técnica utilizada en zonas con precipitación escasa pero a veces torrencial, en las que se presentan laderas con suelos muy degradados. Consisten en una serie de plataformas continuas a nivel, en forma escalonada con un terraplén cultivable y un talud conformado por el corte y el relleno. Las medidas de las terrazas dependen de la pendiente y tipo de suelo. Son obras muy efectivas para controlar la erosión en laderas, aunque su uso es limitado por su alto costo, el cual se justifica solamente en zonas y fincas con escasez de tierra y suficiente disponibilidad de mano de obra en la época seca. Si se cuenta con agua, las terrazas de banco se aprovechan en la época seca a través del riego. Para construir estas obras se recomienda reducir el movimiento de tierras y la remoción del suelo y ajustar el diseño a las necesidades del ecosistema, es decir, el dimensionado debe basarse en la economía del agua. En muchos países se las utiliza para cultivos arbóreos, como maderables o frutales y en repoblaciones con pinos. Hay una variante de terrazas de piedra, que frenan y retienen la escorrentía, y son muy valoradas en la estabilización de cárcavas y barrancos. La Figura 10 presenta un esquema de terrazas de banco.



Figuras 10 y 11. Captación de agua en terrazas destinadas a árboles forestales y/o frutales (izq) y camellones de piedra en curvas de nivel para retención de la escorrentía (der).

Captación de agua con camellones de piedra siguiendo las curvas de nivel

Esta tecnología consiste en la creación de unos cordones de piedra y tierra o muros muy bajos, que sigan las curvas de nivel para interceptar la escorrentía. Han sido utilizados con cierta frecuencia en zonas áridas y secas de otros países para la plantación de especies arbóreas, sobre todo en la repoblación forestal de laderas pedregosas de pequeñas parcelas, con el fin de retener e infiltrar el agua de escorrentía. Es también una técnica muy interesante de conservación de suelos (ver figura 11 y fotografía 10)

Captación de agua en terrazas individuales para árboles frutales o forestales.

Es una variante de la anterior tecnología, con la captación in situ del agua de lluvia, con la ventaja de que se altera menos el ecosistema natural. Las terrazas individuales son pequeñas plataformas redondas, semicirculares o cuadradas y consisten en un corte y un relleno compacto; su construcción se diseña de manera alterna, generalmente a tres bolillos (la ubicación de las terrazas en tres bolillos evita que el agua de la escorrentía tenga una sola dirección) y tienen una extensión de aproximadamente 1.5 a 2.0 metros de diámetro. Se utilizan para la siembra de árboles frutales o forestales u otros cultivos perennes. La terraza tiene normalmente una leve inclinación contra la pendiente y se combina bien con una barrera viva o muro de piedras que pueden estar sueltas o unidos con una mezcla de arena-cemento. La función principal, es la conservación de la humedad a través de la acumulación e infiltración del agua; también sirven para un mejor aprovechamiento de los fertilizantes reduciendo su pérdida por escorrentía. Como se observa (Fotografías 12 y 13) es una tecnología sencilla, al alcance de cualquier productor y sin inversiones significativas, excepto mano de obra y herramientas (6).



Fotografía 12 (izq): terraza individual con bordes de piedra para árboles frutales,
Fuente: Cajina (6). Fotografía 13: terrazas individuales en cultivo de olivo en
Andalucía, España.

Captación de agua directamente de laderas.

Cuando el área de captación de los techos es insuficiente, se puede seleccionar la superficie de una ladera que requiera mínimas actividades de movimiento de tierras (relleno, nivelación y compactación), posteriormente se recubre toda la superficie con algún material impermeable como plástico de polietileno, geo-membrana o se usa una capa de arena-cemento.

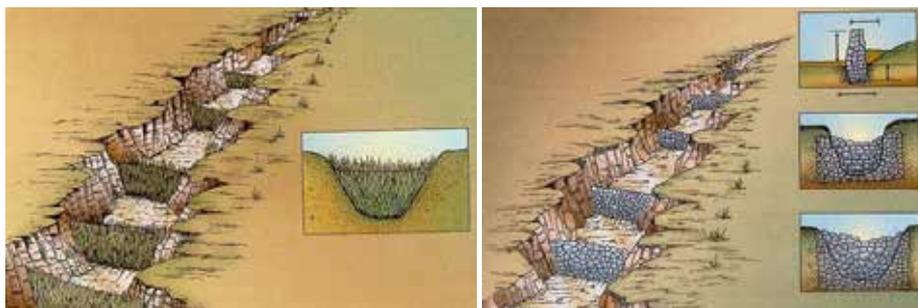
Para realizar las actividades anteriormente citadas, se deben obtener características y condiciones del sitio tales como: topografía, geología, flora, historial del sitio y curvas de nivel, esto con la finalidad de determinar los volúmenes de excavación, relleno y compactación, los cuales deben ser mínimos. Al final de la pendiente, existe un canal recolector, de donde se dirige el agua a su sitio de utilización.



Fotografías 14 y 15. Camellones de piedra (der) para retención de aguas. Ladera acondicionada en forma de abanico y con revestimiento de concreto para captación de agua de lluvia, puede revestirse con polietileno.

Pequeñas represas y otras estructuras de intercepción y taponamiento de cárcavas.

Tienen un doble propósito: interceptar la cárcava y evitar que continúe ampliándose y erosionando los suelos adyacentes, y retener el agua arrastrada. Su uso depende de la ubicación de la cárcava, pendiente del terreno y la cantidad de precipitación que cae en un período dado. Estas represas son estructuras temporales construidas con materiales disponibles en la localidad y así, pueden construirse con madera (figura 12), con roca suelta o con alambre tejido y rocas -gaviones- (figura 13).



Figuras 12 y 13. Pequeñas represas con madera (izq) y piedra (der), para interceptar cárcavas, evitar erosión y retener la humedad.

Perforación de pozos caseros.

En las zonas secas de Nicaragua, los pozos se ubican cerca de fuentes de agua superficiales para obtener agua que escurre en las capas subterráneas por infiltración lateral, a menos que se sepa de una fuente de agua subterránea que posea una profundidad moderada, aunque siempre se corre el riesgo de que se sequen en la época de verano o cuando ocurren sequías prolongadas. Generalmente se hacen a mano por lo que demandan mano de obra y la cantidad de jornales necesarios para la excavación dependerá del tipo de suelo que se encuentre, si hay muchas rocas, la excavación avanza lentamente. Precisamente una de las dificultades de hacer un pozo a mano es que demora mucho tiempo, pero su construcción es económica si se hace con mano de obra familiar y las herramientas necesarias para la excavación están al alcance de los pequeños productores. La profundidad del pozo dependerá de la profundidad a que se encuentra la fuente de agua que se desea explotar. Debe tomarse en cuenta que mientras se va realizando el hueco necesario para el pozo, hay que ir apuntalando las paredes del pozo, para que no haya desprendimientos. Los pozos caseros se hacen inicialmente para satisfacer la demanda de agua del hogar, pero si la fuente subterránea es abundante, se pueden utilizar para el riego de pequeñas parcelas y para el ganado (31).

Existen otras tecnologías para perforación de pozos más eficientes ya que se puede perforar a mayores profundidades, tal como la perforación manual tipo EMAS, la cual que tiene el mismo principio de la perforación convencional; la diferencia es que se utiliza la fuerza del hombre para mover las barras, brocas de perforación y la bomba de lodo. En algunos sitios se ha logrado perforar pozos de hasta de 30 metros de profundidad en suelo libres de piedras.

Tecnologías para captación de aguas hay muchas en existencia, unos simples, otros más complejas, y se están usando en diferentes países; su uso e implementación dependerán de las características de la zona o región, (altura, precipitación, topografía, geología, características del suelo), el uso y la demanda de agua, así como de la condición económica de los usuarios.

9

Agrosistemas a implementar en las zonas secas para mejorar la relación suelo: agua

Las zonas secas se caracterizan por contar con nulas o mínimas cantidades de aguas subterráneas, escasas o pocas fuentes de aguas superficiales y la precipitación pluvial es, en algunos casos, menor a los 800 mm anuales, distribuida de manera irregular en unos pocos meses de la época de lluvias. La agricultura que se desarrolla en las zonas secas, debido a estas características y como su nombre lo indica, es una agricultura de secano que depende casi en su totalidad del corto e irregular período lluvioso. Debido a estas condiciones climáticas prevalecientes y a la fragilidad de los sistemas ecológicos, es una agricultura que debe basarse en técnicas de cultivo muy específicas que permitan un uso eficiente y eficaz de la poca y limitada humedad edáfica.

La sequía que se presenta en las zonas secas de Nicaragua nos ha indicado que es recurrente y secuencial, no es casual ni esporádica y, por tanto, va seguir ocurriendo en los próximos años y puede ser más grave de acuerdo a los avances del CC. Esto nos indica que su preparación, mitigación y adaptación nos debe hacer pensar en aplicar no solamente medidas inmediatas, paliativos a corto plazo, como facilitar a los pequeños productores fertilizantes y semillas o darles alimentos por trabajo, sino idear e implementar tecnologías de mediano y largo plazo, para que en el futuro cuando se presenten esos efectos climáticos extremos, los productores tengan a mano las herramientas para

recuperar y mantener su producción. Por tanto hay que combinar las prácticas ancestrales y tradicionales con el potencial que ofrecen las nuevas tecnologías.

Así debe ser la agricultura de las zonas secas que depende estrictamente de la lluvia y debido a la variabilidad inherente de las precipitaciones, debe estar basada implícitamente en sistemas de captación, ahorro y uso eficiente del agua; por tanto, hay que hacer énfasis en la explotación racional del recurso hídrico con que se cuenta, hacer uso de las prácticas agronómicas destinadas al ahorro del agua y a las medidas de manejo que permitan ahorrarla y conservarla para el uso de las plantas.

A la par de la gestión de los recursos hídricos, debe contemplarse la gestión del manejo de los suelos, ya que la conservación de suelos se convierte en un factor determinante para la sostenibilidad de la agricultura de las zonas secas y es fundamental para proporcionar condiciones, sino óptimas, por lo menos aceptables, para garantizar que el sistema radicular de la planta o cultivo con que se esté trabajando, permita almacenar agua en el suelo y ponerla a disposición para el crecimiento de ese vegetal.

Lo anterior nos indica que en la agricultura de las zonas secas se debe trabajar en tres direcciones:

- Aumento de la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo.
- Reducción de la escorrentía.
- Mejora de la infiltración.

Aumento de la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo.

Una mayor retención de agua en el suelo depende del tamaño de las partículas del suelo, la estructura que posee y la profundidad efectiva del mismo para el desarrollo de raíces. Es muy difícil modificar el tamaño de las partículas pero sí es factible mejorar su estructura y aumentar la profundidad que las raíces pueden explorar; con esto se incrementa el contenido de agua del suelo. La materia orgánica desempeña una función fundamental en la mejora tanto en la estructura del suelo como en su estabilidad, al propiciar la formación de agregados que es donde se fija la materia orgánica. La adición de residuos de cosechas, estiércol y cualquier fuente de materia orgánica, es muy importante para mejorar la formación de agregados del suelo. Existen tres prácticas

agronómicas para mejorar la estructura e incentivar la formación de agregados: la rotación de cultivos, la incorporación de rastrojos y la incorporación de la ganadería como una actividad más en la explotación agrícola; todas son muy beneficiosas para la conservación del suelo y la productividad de los cultivos. A la par de estas recomendaciones, debe desaconsejarse el uso de las labores tradicionales que exponen las capas profundas del suelo a la influencia del aire y de las altas temperaturas, ya que aceleran la mineralización de la materia orgánica y, a la larga, tienen un efecto negativo tanto en la estructura del suelo como en la estabilidad de sus agregados; el desestabilizar los agregados facilita el arrastre de las partículas produciendo erosión y disminuyendo la capa arable y la profundidad efectiva donde pueden actuar las raíces. Debido a ello, en las zonas secas con lluvias escasas, no debe recomendarse el laboreo intensivo ya que es perjudicial en la estabilización de los agregados del suelo en comparación con la labranza mínima, ya que su uso se traduce en una mejora del contenido de agua en el suelo y en rendimientos superiores.

Reducción de la escorrentía.

Cuando la intensidad de lluvias, aunque éstas se presenten en un corto tiempo, es superior a la velocidad de infiltración, se produce el encharcamiento en los terrenos planos y la escorrentía en los terrenos con pendientes inclinadas o muy pronunciadas. En el primer caso, terrenos planos, el agua se pierde por evaporación, y en el segundo caso, terrenos con pendientes donde las tasas de infiltración son bajas, no solo se pierde el agua por escorrentía sino que también se produce una acelerada erosión hídrica dando como resultado pérdida de agua y de suelo. Lo recomendable, además de rotación de cultivos, adición de materia orgánica es el uso de curvas de nivel, la formación de camellones que reduzcan la velocidad del agua y en último caso el uso de terrazas (ver capítulo VIII, figuras 9 y 10 y fotografía 14).

Mejora de la infiltración.

Mayores tasas de infiltración se alcanzan mediante la mejora de la estructura y la permeabilidad de los diferentes horizontes del suelo. Es muy útil la incorporación de mulch compuesto por residuos de cosechas y la práctica tradicional, ya olvidada, de dejar el terreno en barbecho por un período de al menos un año. En las zonas secas el barbecho asegura una mayor disponibilidad de agua en el suelo para el próximo cultivo, además de que

protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia, que, por pocas que sean, causan erosión.

También hay pérdidas de agua por evaporación y transpiración; éstas pueden evitarse o disminuirse mediante el uso de cortinas rompe-vientos, el uso de mulch y un eficaz control de malas yerbas.

Algunos agro-sistemas para la conservación de la humedad en el suelo.

A continuación se mencionan una serie de prácticas agronómicas recomendadas para zonas secas que incorporan y amplían las anteriores recomendaciones, para control de la erosión, una eficaz utilización del agua y conservación de la humedad en el suelo.

Labranza cero o siembra directa.

Es la siembra sin arar el terreno y sin llevar a cabo ninguna otra labor de preparación del suelo. Esta tecnología consiste en la siembra directa, por medio de espeque, de los cultivos tradicionales de las zonas secas como maíz, frijol y sorgo. La siembra directa incluye otras tecnologías tradicionales como la pica del rastrojo de la cosecha anterior, al inicio del ciclo de siembra, distribuyéndolo uniformemente sobre el terreno, a continuación se siembra el cultivo, haciendo un agujero con el espeque únicamente en el sitio donde se depositarán las semillas (sitio de postura), de tal manera que permita la entrada de luz, aire y humedad para el normal desarrollo de las plantas, utilizando las distancias apropiadas tanto entre posturas como entre surcos; el control de las malezas emergentes en el terreno se hace ya sea con un herbicida de contacto, o manualmente con machete. Si se va a aplicar fertilizante, se utiliza también el espeque, haciendo un agujero a la par de las semillas y depositando el fertilizante. Cuando la siembra se hace en laderas, deben combinarse otras tecnologías: siembra en contorno, no-quema y manejo de rastrojos como cobertura. De esta manera, se disminuye el efecto directo de las gotas de lluvia y de la escorrentía sobre el suelo, por consiguiente reduce la erosión y mejora la infiltración. Además, protege la estructura y la macro fauna del suelo. Si se va a utilizar parte del rastrojo para alimentación animal, es recomendable que se corte y acarree al sitio donde están los animales. Otra ventaja de la siembra directa es que disminuye los costos de producción al reducir el uso de mano de obra.

Labranza mínima.

A diferencia de la labranza cero, por labranza mínima se entiende el uso de la menor cantidad de labranza requerida para crear las condiciones de suelos, siempre que sean adecuadas para la germinación de la semilla y el desarrollo de la planta. Se reduce a la labor de remoción y preparación del suelo en las franjas, constituidas por los surcos donde se va a sembrar (labranza mínima continua) o en los huecos de siembra (labranza mínima individual). La función principal es disminuir los riesgos de erosión, pero también para ayudar a mantener el nivel de materia orgánica y proteger la micro fauna en el suelo. La labranza mínima se puede combinar con la siembra en contorno, de esta manera, se labra el suelo y se realizan las demás labores culturales siguiendo las curvas a nivel. Se recomienda combinar éstas con otras tecnologías en pendientes moderadas y fuertes. La labranza mínima se puede hacer con tracción animal; en pendientes hasta 15%, se puede utilizar el arado combinado con sembradoras con bueyes, mientras que en pendientes de 15-25%, se recomienda el uso de un buey o caballo. En zonas secas hay que asegurar un adecuado manejo de la vegetación en las franjas roturadas, con el objeto de evitar la competencia por agua entre la vegetación y el cultivo (34).

No-quema o cero quema de residuos.

La no quema es la práctica que consiste en desechar el uso del fuego en el terreno de cultivo. El uso del fuego trae muchas desventajas y sus efectos sobre el suelo son perjudiciales, aunque siempre provoca polémica sobre su uso o su eliminación como una práctica agrícola, ya que algunas de las razones que se esgrimen para la realización de las quemas, son hasta cierto punto comprensibles: provoca una rápida y económica eliminación de rastrojos y residuos de cosechas, incluyendo algunas malezas, facilitando la posterior labranza o siembra directa. No obstante, otras ventajas que se le señalan como el aumento de la fertilidad, eliminación de plagas y enfermedades, son discutibles, ya que se trata de efectos benéficos momentáneos, a muy corto plazo, que revierten su beneficio al hacer un análisis global a mediano y largo plazo.

A continuación se citan los efectos nocivos de la quema sobre la calidad física, química y biológica del suelo, el cual es la base y soporte de la agricultura y en las zonas secas, éste se caracteriza por su fragilidad.

- **Calidad física.** Las propiedades físicas del suelo sufren cambios considerables, especialmente en la capa superior, donde la fase sólida del suelo se endurece en el proceso de quema (mineralización de la materia orgánica y de la capa superior del suelo), por tanto las plantas de raíces débiles, como la mayoría de cultivos, sufren al dificultarse la penetración de raíces, retardando su desarrollo. Al mismo tiempo, la capacidad de retención de humedad se reduce, representando un problema más agudo en las zonas secas, las que de por sí padecen una crónica deficiencia hídrica.
- **Calidad química.** El aumento de temperatura durante la quema puede conducir a pérdidas de nutrientes en las capas superficiales del suelo. Se ha demostrado que el nitrógeno, uno de los nutrientes básicos de las plantas, se puede reducir notablemente luego de la quema. También se han encontrado pérdidas de la materia vegetal, de fósforo y potasio, por mencionar los tres macro-nutrientes. La situación se agudiza más ya que debido al efecto del fuego, estos elementos son transformados y transferidos al aire, convirtiéndose en contaminantes, colaborando al calentamiento global (producción de GEI) y al CC. Por otro lado, el pH del suelo sufre un ligero y progresivo aumento, ligado a la disponibilidad inmediata de cationes en la ceniza. También, la capacidad de intercambio de cationes (CIC) decrece cuando ocurre una quema, debido a la degradación de coloides orgánicos e inorgánicos. De tal manera que la CIC total permanecerá baja durante al menos un año después de la quema. En ese aspecto, es necesario señalar que, como consecuencia de la liberación de Ca, Mg, K y Na, la saturación de bases aumentará, e igualmente la conductividad eléctrica.
- **Calidad Biológica.** Inmediatamente después de la quema ocurre un rápido aumento de la actividad microbiana en el suelo, es lo que se conoce como “respuesta biótica”, y se debe a un incremento en el pH y el suministro de cationes y fósforo. Ese aumento repentino de la actividad por parte de los micro-organismos, da lugar a una consecuente subida en la disponibilidad de nutrientes durante un corto tiempo. Sin embargo, como la materia orgánica ha quedado reducida a cenizas, con el tiempo las poblaciones de micro-organismos y su actividad se reducen considerablemente. Al momento de la quema,

mueren también muchos organismos que favorecen la descomposición de la materia orgánica y la disponibilidad de los nutrientes para las plantas; igual ocurre con los insectos benéficos que ayudan a controlar las plagas, ya que si no sucumben al fuego, migran a otros sitios al ver destruido su hábitat. Consecuentemente, debido a la pérdida de nutrientes y a la ausencia de micro-organismos e insectos benéficos, el suelo se vuelve cada vez menos fértil, requiriendo por tanto más insumos y fertilizantes para mantener la producción.

La no quema va acompañada implícitamente de otra práctica muy necesaria en las zonas secas para retener la poca humedad del suelo, tal es el manejo adecuado de los rastrojos y residuos que quedan después de las cosechas. Es recomendable dejar esparcidos sobre la parcela más del 50% del rastrojo y la totalidad de los residuos tanto de las limpiezas realizadas antes y durante el desarrollo del cultivo, como los subproductos no consumibles (olotes, tuzas, vainas, etc.), convirtiendo todo este material vegetal a través del proceso de corte, picado y dispersión en todo el campo, en una cobertura que cubra el suelo sin ser incorporada. Esta tecnología se complementa muy bien con la labranza cero, la labranza mínima, siembra tapada o la siembra al espeque.

Otras formas de manejo pueden ser la incorporación del rastrojo en el suelo antes de la siembra, del siguiente cultivo o la utilización para la construcción de aboneras.

Ventajas de la no-quema. Entre las más destacadas podemos mencionar:

- Aumenta el contenido y la retención de la humedad del suelo por mayor tiempo.
- Aumenta la cantidad de materia orgánica mejorando la fertilidad del suelo.
- Evita la agricultura migratoria, aumentando de manera gradual la productividad de la parcela de cultivo.
- Mejora la biodiversidad de flora y fauna.
- Permite la regeneración natural, lo que apunta a un sistema de producción agroforestal.
- Evita la erosión del suelo.
- No se contaminan las fuentes de agua

Manejo de rastrojos y residuos de cosechas.

Esta práctica, que va acompañada con la no quema de los rastrojos, consiste en la incorporación de éstos al suelo, antes de la siembra de la siguiente cosecha. Tiene la finalidad de mantener y aumentar la materia orgánica y la actividad biológica (micro y macro) en el suelo. Con estas prácticas combinadas, se evita la pérdida de nutrientes, se mejora la estructura del suelo y su capacidad de retención de humedad. El tipo de rastrojo que se va a incorporar al suelos lo beneficiará de diferente manera, dependiendo del origen del mismo; si proviene de plantas gramíneas como maíz o sorgo, estos son rastrojos lignificados, resistentes a la descomposición, con bajos contenidos de nitrógeno y altos contenidos de carbono; estos rastrojos se descomponen y liberan sus nutrientes lentamente; si son provenientes de plantas leguminosas como el frijol, canavalia, gandul y otras, estos son rastrojos suculentos y tienen altos contenidos de nitrógeno y se descomponen y liberan sus nutrientes rápidamente. Si antes de la siembra de la siguiente cosecha, se cuenta con los dos tipos de rastrojos, su combinación da los mejores resultados y esta práctica es aún más fácil cuando se tienen cultivos asociados (por ejemplo maíz-frijol). Cuando se trabaja en suelos con pendientes pronunciadas (lomeríos, laderas), lo más recomendable es practicar la no quema y usar mulch, en vez de arar e incorporar los rastrojos. Las ventajas de la incorporación de rastrojos y residuos de cosechas al suelo son varias: retiene humedad, evita la erosión, aumenta el contenido de materia orgánica, controla malezas, sustenta a la micro y macro fauna del suelo.



Fotografía 16. Plantas de soya emergiendo de un suelo con rastrojos en la superficie; no se realizó quema y se aplicó labranza cero.

Hay que advertir que rastrojos y residuos mal manejados causan inconvenientes y disminuyen la producción. Entre los resultados de un mal manejo de residuos tenemos: provocan un secado irregular del suelo, atrasan e interfieren con las labores de siembra y fertilización, obstruyen la emergencia de las plántulas, permiten la emergencia de las malezas.

El uso del mulch o mulchin.

Consiste en cubrir el suelo desnudo con material orgánico, esto basado en la inexistencia de suelos descubiertos en la naturaleza que siempre tiende a formar un manto verde de plantas protectoras. La generación de una cobertura perenne del suelo constituye una medida importante dentro de la agricultura y horticultura ecológica. La práctica del mulch consiste en cubrir el suelo alrededor de las plantas de cultivo, pudiendo emplearse diversos materiales como rastrojos de cultivos, follajes de árboles, abonos verdes secos,

etc. Estos pueden emplearse, apenas las plantas hayan emergido del suelo y, en algunos casos, incluso se siembra dentro o debajo del mulch. Por lo general, se adiciona nuevo material apenas la actividad biológica haya transformado el material inicial. Debe tenerse cuidado con las capas demasiado gruesas de mulch que impiden una aeración adecuada del suelo asfixiando a muchos micro-organismos. En muchas zonas del trópico, el uso del mulch ha sido una práctica importante junto con los cultivos de abono verde y de cobertura. La práctica de dejar los rastrojos de cultivos anteriores en la superficie del suelo, es uno de los recursos tecnológicos muy importantes para la agricultura ecológica, sobre todo en zonas secas.

Algunas ventajas del mulch:

- Inhibe la germinación y el desarrollo de las malezas
- Regula la humedad y la temperatura al reducir la evapotranspiración
- Regula el lavado del suelo, amortigua la lluvia e incorpora al suelo sustancias nutritivas por acción de la precipitación
- Una cobertura de mulch evita la formación de costras en el suelo por desecado.
- Actúa como termorregulador a los cambios de la temperatura.
- Mantiene una humedad y temperatura que favorece a los organismos del suelo
- Protege a determinadas hortalizas de ser atacadas por algunos hongos y mantiene la planta con sus frutos limpios y secos.

Abonos verdes y cultivos de cobertura

Para la agricultura desarrollada en las zonas secas, en las cuales predomina un ambiente ecológico muy frágil, y con el propósito de proteger el suelo y abonar, enriquecer y mejorar su fertilidad y otras características, se usan diversas especies de plantas, ya sea como cultivos de cobertura o como abonos verdes, aunque siempre se presenta una confusión con el uso de estos términos (cultivos de cobertura y abonos verdes), ya que con frecuencia se emplean indistintamente, incluso en la literatura agronómica. Por lo general, se entiende como abono verde, aquellos cultivos de corto período vegetativo que se incorporan al suelo en un estado de poca lignificación, aún verdes

o un poco después de su floración, siendo su objetivo principal el mejorar la fertilidad del suelo, aunque su uso lleva implícita otras ventajas. Mientras que los cultivos de cobertura generalmente son plantas que se siembran para cubrir el suelo y llegan a un estado de madurez con mayor lignificación y, por lo general, no son incorporadas al suelo y se mantienen como un equivalente al mulch, dada su mayor grado de maduración, sin importar si en el futuro serán o no incorporadas. Así, aunque se usen para cubrir y proteger la superficie del suelo, también pueden ser incorporadas. Además, el término cultivos de cobertura incluye plantas sembradas entre las calles de cultivos perennes como frutales, o durante el período entre un cultivo y otro, con el objetivo de proteger la tierra de la erosión y lixiviación

Indistintamente de la terminología, entre las plantas que se usan como cobertura o abono verde, las leguminosas ocupan un lugar especial debido al nitrógeno que aportan por medio del proceso de fijación de este elemento, ya que bajo condiciones favorables pueden fijarlo en grandes cantidades. Para lograrlo, las leguminosas deben primero estar bien adaptadas a las condiciones climatológicas prevalecientes en las zonas secas. En este sentido, la diversidad genética existente puede asegurar que se cumpla este requisito; para lograr la máxima fijación de nitrógeno se requieren otros factores como que prevalezcan condiciones de suelo que favorezcan la acumulación de materia seca. Entre las leguminosas usadas como abonos verde o cultivos de cobertura, adaptadas a las zonas secas, están la canavalia (*Canavalia ensiformes*), el caupí (*Vigna unguiculata*) y la mucuna o frijol abono (*Mucuna pruriens*) (Fotografías 17, 18 y 19).

Ventajas del uso de cultivos de cobertura y abonos verdes.

Si las condiciones climáticas en las zonas secas, sobre todo precipitación, permiten el uso de cultivos de cobertura o abonos verdes, se obtienen muchas ventajas, siendo las más notorias las siguientes:

- **Mejora de la fertilidad del suelo.** Al usar cultivos de cobertura y abonos verdes, la fertilidad del suelo se mejora porque éstos contienen nutrientes que son liberados al suelo según se van descomponiendo. A menudo, el cultivo de cobertura /abono verde es una especie que resulta ser más eficiente que el cultivo principal en su capacidad para

extraer los nutrientes del suelo. Esos nutrientes no serían accesibles al cultivo, sino fuera porque el cultivo de cobertura los extrae del suelo y los libera al descomponerse. Aún más, si el cultivo de cobertura/ abono verde es una leguminosa que fija nitrógeno, este nutriente sería accesible al cultivo, a menos que el cultivo de cobertura /abono verde produjera semilla que se removiera del campo. Debe reconocerse que los cultivos de cobertura y abonos verdes por si solos no son la única vía para restaurar la fertilidad de los suelos, sino una forma de hacer un uso más eficiente de los recursos existentes al combinarse con otras alternativas de conservación y enriquecimiento de los suelos. El uso de nutrientes disponibles o generados en el propio terreno de cultivos junto con el uso moderado de fertilizantes minerales o abonos orgánicos es, en definitiva, una manera equilibrada para sostener la productividad de los suelos en las zonas secas.

- **Proporcionan materia orgánica al suelo:** por lo general, los abonos verdes y cultivos de cobertura se descomponen en y sobre el suelo y son el alimento ideal para los microorganismos, produciendo materia orgánica.
- **Control de malezas.** Los cultivos de cobertura y abonos verdes son de gran beneficio en el manejo de malezas, pues el espacio, luz, humedad y nutrientes que ellos requieren para su desarrollo reduce el crecimiento de las malas hierbas. Por otro lado, cuando se siembran intercalados con cultivos anuales, funcionan como asfixiantes para eliminar las malezas. No solo eso, algunos cultivos de cobertura producen toxinas naturales o alelo-químicos que están tomando importancia como una práctica de reducción de malezas. Por último, en los sistemas de labranza cero, el colchón que resulta de podar manualmente los cultivos de cobertura puede reducir significativamente las malezas. Hay que citar también que los cultivos de cobertura, son de ayuda en el manejo de plagas, al servir como hábitat de insectos benéficos, aunque hay casos en que en ellos proliferan algunas plagas como la babosa.
- **Mejoran de la estructura del suelo.** El sistema radicular fino y bien ramificado de estos cultivos mantiene los suelos sueltos, evitando su compactación y si ésta ya ha ocurrido, ejercen un efecto corrector.
- **Mejora de la capacidad de infiltración.** El material vegetal como cobertura del suelo actúa como una sombrilla protectora deteniendo

el impacto de las gotas de lluvia antes de alcanzar el suelo y, luego permitiendo que la lluvia se deslice del material vegetal hasta alcanzar la superficie del suelo.

- **Mejor drenaje de agua.** El deslizamiento suave del agua de lluvia desde la cobertura hacia el suelo, ayuda a reducir la escorrentía, ya que al caer lentamente la mayor parte del agua penetra al suelo antes de escurrirse.
- **Pueden usarse en suelos pedregosos.** Tienen buena capacidad de adaptación y pueden usarse en suelos pedregosos, aunque prosperan mejor en suelos sin piedras.



Fotografías 17, 18 y 19. Leguminosas resistentes a la sequía: canavalia (izq), mucuna (centro), caupí (der).

Uso de Cultivos de Cobertura para la Alimentación Animal.

Otra ventaja de los cultivos de cobertura es que ofrecen un buen potencial para su integración con la pequeña producción ganadera, la que en las zonas secas, por sus limitaciones, se reduce a unas pocas cabezas de ganado, de ovejas pelibuey o cabras y aves de corral y es precisamente esta pequeña cantidad de ganadería, la que ofrece la oportunidad de que la carencia de pastos pueda ser subsanada, por lo menos en parte, por los cultivos de cobertura.

Además de los rastrojos de cultivo, que por su alta proporción de lignina, fibra y carbohidratos de baja digestibilidad son solo aptos para ser consumidos por rumiantes, las leguminosas, gracias a su buen contenido de proteínas y alta digestibilidad, pueden ser un alimentos valioso para rumiantes y

monogástricos. Hay que advertir que algunas especies leguminosas como canavalia, no son aptas para la alimentación de monogástricos por ser tóxicas, gracias al alcaloide cannavanina y otros compuestos químicos, aunque los rumiantes al consumirla no muestran reacciones adversas, siempre y cuando la proporción en la ración no sea mayor a un 30%.

Se puede sintetizar que la incorporación del componente animal en pequeñas fincas ubicadas en las zonas secas, siempre y cuando el agua no se convierta en una limitante para la cría de éstos, y que incluyan cultivos de cobertura con leguminosas, ofrece la oportunidad de obtener múltiples beneficios, tal como veremos a continuación:

- La integración de los animales con cultivos de cobertura mejoraría el sistema de producción tanto en lo biológico como en lo económico, tendiendo a aumentar la estabilidad de la finca.
- Los cultivos de cobertura destinados total o parcialmente a la alimentación de animales, minimizan la posibilidad de que el productor emplee la quema como herramienta de manejo, evitando los daños causados al suelo con esta práctica.
- La combinación de animales con cultivos de cobertura llevaría a una intensificación del sistema, soportando una mayor actividad agropecuaria en la misma superficie de tierra. Con ello se reduce la tendencia de utilizar más áreas para potreros.
- Ya sea el pastoreo directo, de corte y acarreo o el uso del grano (semilla) para consumo de los animales, produce a corto plazo, un valor agregado al cultivo de cobertura.
- Las leguminosas normalmente cuentan con un alto valor nutricional gracias a su buen contenido proteico y alta digestibilidad, lo que influye positivamente en la producción animal.
- La producción de granos de leguminosas del cultivo de cobertura, puede ser una fuente de alimentos para los animales, sobre todo aves y cerdos, cuando la sequía se prolonga mucho tiempo, evitando así ventas obligatorias y a bajos precios de los animales en momentos de crisis.
- La presencia de animales en el sistema contribuye a un mayor reciclaje de nutrientes dentro de la finca, ya que el uso del estiércol ofrece una mayor flexibilidad en el manejo de la fertilidad, al poder utilizarlo

donde tenga mayor beneficio en la finca. Un aspecto importante es que con un manejo integrado del cultivo de cobertura, se puede mejorar el suelo debido a la contribución de las raíces y el follaje, y a través del uso del estiércol, contribuir a la fertilidad de suelos donde no se ha usado la cobertura.

- Los costos del manejo del cultivo de cobertura pueden disminuirse al alimentar al ganado con pastoreo directo o suministrándole las podas (corte y acarreo).
- Los cultivos de cobertura ofrecen la oportunidad de utilizarlos en dos formas distintas: aprovechar el forraje para rumiantes y monogástricos, y/o cosechar el grano para la alimentación de monogástricos como cerdos y aves.
- Veamos algunos ejemplos de prácticas que se han utilizado en otros sitios: rastrojo de maíz con canavalia para alimentación de caprinos, rastrojo de sorgo con canavalia para bovinos, mucuna para porcinos y aves. En el norte de Honduras, aunque no en una zona seca, la población humana también consume mucuna en diferentes formas.
- A pesar de que el cultivo de cobertura pueda producir hasta 3 t/ha de materia seca de buena calidad para los rumiantes, no se ha adoptado ésta técnica a nivel del productor, posiblemente debido al alto costo de la semilla, ya que son pocos los productores que se dedican a la producción de semillas de canavalia, mucuna y otras leguminosas adaptadas a zonas secas. En muchas comunidades, no existe la costumbre de alimentar los animales con granos, provenientes de cultivos de cobertura, además, de que éstos no tienen valor de mercado como los cultivos comerciales.

Desventajas del cultivo de cobertura para usarse en alimentación animal.

Como todo sistema que desea implementarse, y sobre todo en zonas secas con la gran limitante del agua, el uso integrado del cultivo de cobertura presenta varios inconvenientes:

- El pastoreo directo puede perjudicar el desarrollo del cultivo de cobertura; el productor debe tener presente que cuál es el propósito principal del cultivo de cobertura y si no le es factible el pastoreo directo, usar el método de corte y acarreo o en último caso, no usarlo para alimentación animal.

- Algunos cultivos de cobertura son atacados por plagas naturales, por lo cual se reduce la disponibilidad de usarlo como forraje.
- Existen factores anti-nutricionales en las leguminosas, que son tediosos o difíciles de eliminar, aunque hay varios tratamientos empleados para preparar el grano, antes de ofrecerlo a los animales, por ejemplo, el proceso de tostación generalmente elimina los factores anti-nutricionales. Veamos algunos ejemplos:
- El grano de mucuna se tuesta y muele, se mezcla con maíz a razón de dos partes de maíz por uno de leguminosa y se proporciona a las aves. Se ha observado que si se da una mayor proporción de esta leguminosa, las aves se vuelven hiper-activas.
- Para porcinos, el grano de mucuna se hierve y muele y se mezcla en proporción de dos a uno con maíz; como se observa, en un procedimiento tedioso.
- Los granos de canavalia y mucuna se remojan durante 24 a 48 horas, de esa manera los rumiantes los consumen sin problemas.
- Las aves de corral consumen sin peligro, el grano de mucuna pre-germinado.

La rotación de cultivos y asociación de cultivos en las zonas secas.

La Rotación. Esta práctica consiste en ocupar la tierra con cultivos diferentes que se suceden en el tiempo, con el objetivo de mantener la fertilidad del suelo, algo muy necesario en las zonas secas; se trata de aprovechar el suelo manteniendo una cobertura productiva a un costo mínimo de producción durante el mayor tiempo posible, y un uso óptimo de la mano de obra que dispone el productor.

Un aspecto muy importante en la rotación y que el productor debe manejar muy bien, son las fechas de siembra, de cosecha y el tiempo requerido para la preparación del suelo. Por eso es conveniente la elaboración de un plan graficado de rotación y asociación, de esta manera se puede planificar el orden en el espacio y en el tiempo, además de poder tomar en consideración áreas, volúmenes de producción, etc. La planificación adecuada de un plan de rotación permitirá que éste se ajuste a los requerimientos del suelo en la

unidad de producción. Por ejemplo, un plan de rotación puede iniciarse con un abono verde o un cultivo forrajero de gran aporte de biomasa y nitrógeno (leguminosas) para así generar las condiciones de fertilidad que requiere el cultivo posterior. Con estos criterios, al sucederse cultivos generadores de fertilidad con extractivos o poco extractivos, se puede completar un ciclo a la vez que se garantiza la suficiente diversidad. Es conveniente asociar, en lo posible, a los cultivos extractivos con cultivos generadores de fertilidad como es en el caso tradicional de la asociación maíz-frijol. También se deben alternar y suceder cultivos con sistemas radiculares y requerimientos nutritivos diferentes.

En un plan de rotación debe determinarse la ubicación del cultivo previo y del cultivo posterior, el tipo de suelo, es decir todos los aspectos que permitan determinar fechas óptimas de siembra, períodos libres entre cultivos (previo y posterior) para una preparación adecuada del suelo.

La asociación. Consiste en la instalación de dos o más cultivos en una misma parcela, no establecidos necesariamente al mismo tiempo, el cual, como ya se ha indicado, debe estar integrado a un plan de rotación. En la selección de los cultivos a asociarse, debe ponerse especial atención a los aspectos de: compatibilidad, beneficio mutuo, distanciamiento, características aéreas y radiculares de las plantas. En lo posible, deben asociarse cultivos que presenten características vegetativas y desarrollo radicular diferentes, para aprovechar los diferentes niveles en la superficie como dentro del suelo y así utilizar mejor la disponibilidad de los nutrientes y la humedad en los diferentes estratos del suelo. La parte aérea de la planta debe permitir el mejor aprovechamiento de la luz, así como del espacio disponible en lo vertical y en lo horizontal.

Es conocida la tradicional asociación maíz-frijol-cucurbitáceas (generalmente pipián o ayote); en esta asociación el maíz aprovecha la luz en la parte más alta, le sigue el frijol en la parte media y usa, además, el maíz como tutor, y la cucurbitácea, con menor requerimiento de luz, en la parte inferior. Igualmente, si observamos el enraizamiento superficial del maíz y de la cucurbitácea que enraiza a mediana profundidad, por lo que el aprovechamiento de nutrientes se realiza a diferentes niveles. Una asociación con estas características permite además fijar el nitrógeno en el suelo (frijol), aprovechar la humedad de las capas más profundas, mejorar la estructura del suelo, mayor aporte de biomasa que volverá al suelo etc. Otras ventajas de una asociación, son:

- Las raíces producen distintas exudaciones que atraen a diferentes organismos del suelo.
- Rompen los ciclos de plagas y enfermedades.
- Mejora los ciclos de nutrientes.
- Produce diferentes cantidades y tipos de residuos.



Fotografía 20 (izq). Cultivo asociado de canavalia con maíz, en una zona seca.

Fotografía 21 (der). Asocio maíz-cucurbitácea

Uso del compost o compostaje.

Las zonas secas en Nicaragua ocupan extensiones en las que el bosque original ha desaparecido totalmente, debido a la sobre-explotación (pinares), tala indiscriminada para obtención de leña y para el establecimiento de pastizales. Ello, ha provocado que los suelos se conviertan en terrenos yermos, improductivos, erosionados y en un proceso de degradación acelerada, sobre todo cuando son terrenos con pronunciados gradientes de pendiente.

Todo ello indica que en estos suelos deben implementarse un conjunto de técnicas, modernas y conocimientos ancestrales, que permitan la restauración de la capa vegetal, ya sea para la producción de cultivos cuando las condiciones lo permitan, o para la reconstrucción del bosque primigenio. Además de todas las técnicas citadas anteriormente, el uso de compost o abonos orgánicos destaca como uno de los mejores restauradores de terrenos secos y degradados para re-vegetarlos y utilizarlos de manera más eficiente y productiva, destacando la inocuidad de su uso, cuando el compost es elaborado correctamente.

La elaboración del compost o compostaje se lleva a cabo por medio de un proceso biológico, que supone una forma natural y sencilla de reciclar los residuos orgánicos, reduciendo su volumen en aproximadamente un 80 %. Este proceso implica la transformación de residuos poco costosos, resultando de gran utilidad en zonas con suelos degradados y de baja fertilidad. Contrario al uso directo del estiércol donde se pierde el nitrógeno por volatilización y por la acidificación que produce en el suelo, el compostaje retiene la mayor parte de nutrientes, haciéndolos estables al agua, siendo mejor aprovechados por la planta.

Efectos benéficos del compost.

La práctica del compostaje proporciona múltiples beneficios, iniciando porque en su elaboración se utilizan desperdicios orgánicos que son contaminantes si no se usan apropiadamente, convirtiéndolos en un sustrato muy rico. A continuación se enumeran las ventajas y beneficios aportados por el uso de compost:

Su uso plantea enormes ventajas al aportar nutrientes directamente asimilables por la planta, y al mejorar las condiciones del suelo adicionando humus y materia orgánica, sin dañar la fertilidad del suelo.

El nitrógeno contenido en el compost, se encuentra en forma asimilable por las raíces.

El compost aumenta el contenido de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio) en el suelo y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.

La modificación de las características físico-químicas del suelo que consigue el compost, hace que se incremente el grado de disponibilidad de fósforo y de potasio para la planta.

La materia orgánica que lo forma favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua.

Otro motivo para utilizar el compost es el hecho de que incorpora al terreno micro y oligoelementos como el cobre, el magnesio, el hierro etc., imprescindibles para la actividad y desarrollo vegetativo de las plantas.

La utilización del compost mejora la actividad biológica del suelo, actúa como soporte y alimento de los micro-organismos y contribuye a aumentar la fertilidad del suelo.

Disminuye los requerimientos de pesticidas químicos al producir plantas saludables que son menos atacables por plagas de insectos, enfermedades y resisten mejor la sequía.

Así mismo, el uso habitual del compost reduce la presencia de patógenos animales y vegetales, hongos, o malas hierbas y, además, no produce mal olor.

Los beneficios directos al suelo son los que más se requieren y necesitan en las áreas afectadas por la sequía, ya que tienen que ver con la fertilidad y aumento de su capacidad de retención de agua; los más relevantes son:

En sus propiedades químicas. Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre; incrementa la eficacia de la fertilización; estabiliza la reacción del suelo; inactiva los residuos de plaguicidas por su capacidad de absorción; inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

En sus propiedades físicas. Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos; mejora la porosidad, y por consiguiente la permeabilidad y ventilación; reduce la erosión del suelo; incrementa la capacidad de retención de humedad; consigue un color oscuro en el suelo lo que ayuda a la retención de energía calorífica.

En sus características biológicas. El compost es fuente de energía que incentiva a la actividad microbiana; al existir condiciones óptimas de aireación, permeabilidad, pH y otros, se incrementa la flora microbiana.

La elaboración del compost empieza en casa, ya que cada familia puede separar correctamente la materia orgánica del resto de basura. Una buena separación en origen es clave en la calidad del compost final. En el caso de que la basura familiar no sea suficiente para elaborar buenas cantidades de compost, en muchos sitios se ha recurrido a las basuras municipales, firmándose convenios entre las asociaciones de productores y las alcaldías municipales para la instalación de composteras que utilicen todos los desechos orgánicos, previa clasificación de los desperdicios en los basureros municipales.

A continuación se cita una lista de subproductos y desperdicios que pueden utilizarse en la elaboración del compost:

- Fuente de materiales carbonados (ricos en celulosa, lignina y azúcares): aserrín de madera, ramas y hojas verdes de arbustos y forrajes, desechos de maíz (tuza, olote) malezas secas, rastros y pajas (de maíz, sorgo, arroz), basuras urbanas, desechos de cocina.
- Fuentes de materia nitrogenada (rica en Nitrógeno): estiércoles (de vaca, cerdo, oveja, cabra, caballo, conejo, aves), sangre, hierba tierna.
- Fuente de materia mineral: cal agrícola, roca fosfórica, ceniza vegetal, tierra común, agua.

También pueden utilizarse los desperdicios de letrinas, las cuales se construyen y han diseñado con esa finalidad, como las letrinas de doble cámara y otras más.

Cortinas rompe vientos.

Son importantes y recomendables para usarse en las zonas secas porque ayudan a conservar la poca humedad que contiene el suelo, evitando su pérdida y protegiendo a los cultivos o viviendas. Las cortinas rompe vientos constituyen una valla de árboles y arbustos vivos que se colocan en la trayectoria del viento para ofrecer resistencia a su avance y desviar las corrientes de aire; su función principal es absorber la fuerza del viento aminorando su velocidad, de esta manera se disminuyen los efectos físicos y mecánicos producidos por los vientos sobre los cultivos u otras especies vegetales. Otro efecto importante de las cortinas rompe vientos en las zonas secas es que, además de ayudar a conservar la humedad del suelo, evitan la erosión eólica.

Para que una cortina pueda alcanzar los mejores efectos se deben ejecutar las siguientes prácticas:

Orientar la cortina en forma perpendicular a los vientos dominantes, o hacer cuadrados si éste varía según un patrón uniforme.

La cortina debe ser permeable, es decir que debe dejar pasar la fuerza del viento en un 50-60%, para evitar turbulencias. Una barrera totalmente cerrada produce una buena protección antes de la barrera, pero causa turbulencias después de la misma.

Usar varias hileras de árboles de diferentes densidad y altura y darle una forma adecuada (en las zonas secas no deben usarse más de tres hileras de árboles debido a la poca humedad).

Para la protección de viviendas, la cortina debe estar alejada a 30-45 metros de la casa y no más de 90-120 metros. De esta manera se logra un balance entre las sombras y los vientos para refrescar la vivienda.

En las zonas secas, al instalar la especie a utilizar como cortinas, deben hacerse huecos o terrazas individuales para favorecer la acumulación del agua de lluvia. Una de las especies recomendadas para cortinas en las zonas secas es el eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*); con esta especie se puede establecer una cortina permeable con solo dos filas de árboles.

Los aspectos deseables de la especie con que se vaya a establecer la cortina, son los siguientes: rápido crecimiento, altura adecuada, longevidad, corona densa, poca flexibilidad ante la fuerza del viento, que la madera sea utilizable o productiva.

En las zonas secas normalmente deben introducirse especies foráneas, ya que las especies locales en su mayoría son de crecimiento lento. Además del *E. camaldulensis*, otras especies que pueden utilizarse en zonas secas son: Acacia amarilla (*Senna siamea*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), madero negro (*Gliricidia sepium*), neem (*Azadirachata indica*), tigiüilote (*Cordia dentata*).

10

La agricultura tradicional en las zonas secas

Aún en un ambiente seco o muy seco y aunque a primera vista parezca un territorio poco o nada fértil y hasta hostil para el productor, donde pareciera que nada puede crecer, lo cierto es que las zonas secas también pueden ser exitosos lugares de cultivo ya que permiten, con algunas limitaciones, el crecimiento de una variedad de plantas cuyo número no es poco. Recordemos que la sequía afecta más de 30,000 kilómetros cuadrados de nuestro territorio nacional y si estas extensas áreas no se utilizan adecuadamente, esto trae consigo la pérdida de terreno cultivable y con ello la disminución del alimento disponible para una población creciente y para oportunidades de exportación. Por tanto, las zonas secas deben estar en la mira de programas y proyectos que ayuden a su desarrollo y en el caso de la agricultura, debe trabajarse en tres líneas principales:

Implementar prácticas ancestrales que nuestros campesinos han utilizado desde antaño, considerando que las plantas que se pueden cultivar, así como los sistemas a utilizar, han evolucionado a través de los tiempos en prácticas agronómicas más adecuadas.

Desarrollar programas de selección natural que proporcionen como resultado que las plantas seleccionadas se vayan adaptando a las condiciones prevalecientes.

La ingeniería genética representa una alternativa para la generación de plantas mejoradas genéticamente que crezcan en suelos de zonas secas. Para ello, es importante seleccionar y evaluar genes que puedan ser utilizados en la modificación genética de plantas de interés comercial.

En el actual y siguientes capítulos se presenta un listado de alternativas de cultivos, entre los cuales unos se han utilizado por años y son provenientes de semillas criollas, otros han sido trabajadas genéticamente, tanto por los mismos productores como por centros de investigación, y otros que aunque no son propios de nuestro medio, han dado excelentes resultados en zonas secas de otros países, pero con condiciones similares a las nuestras.

El uso de semillas criollas y acriolladas.

Nicaragua es un país con una gran diversidad de recursos genéticos. Se dispone de una amplia variedad de semillas criollas y acriolladas en diferentes cultivos que forman parte importante de la dieta de los nicaragüenses, con las que se preparan diferentes tipos de alimentos, principalmente en el área rural entre los pequeños y medianos productores. Solo en el caso del maíz, se estima que el 80% de su producción nacional, proviene de variedades criollas y acriolladas. La UNAG, a través del programa CaC realizó un diagnóstico nacional de semillas criollas de granos básicos en 144 comunidades campesinas distribuidas entre 34 municipios de 10 departamentos; se obtuvo un inventario con 114 variedades de maíz (*Zea mays*), 121 de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), 18 de otras leguminosas comestibles (diversas especies de *Phaseolus* y *Vigna*), 24 de sorgo y millón (*Sorghum bicolor*) y 8 de arroz (*Oryza sativa*), incluyendo criollas y acriolladas, sin contar variedades de pipián y ayote. (Ver Cuadro 5).

De acuerdo con el CIMMYT, las razas criollas son semillas trabajadas y mantenidas desde hace siglos por campesinos que las han seleccionado para que produzcan bien en ciertas condiciones ambientales y respondan a los gustos culinarios de su localidad. En consecuencia, estas razas suelen poseer características únicas que son portadas y transmitidas en sus genes.

Campesinos nicaragüenses entrevistados por el Programa Campesino a Campesino, PCaC, han coincidido en señalar que las variedades criollas son aquellas semillas que se conocen desde siempre en la comunidad, cultivadas y

manejadas de generación en generación. Como cultivadores de granos básicos dedicados toda su vida a producir, mencionan para variedades criollas de maíz: el blanco olote colorado, el olotillo blanco apujaguado, el pujagua morado y el pujagua blanco, mientras que en frijol identifican como criollos: el rojo claro, el seda, el chile rojo, el barreño, el plomo y el cumiche. Esta colección ha estado desde siempre en los platos y la memoria local de los informantes locales (38)

Los mismos informantes mencionan que semillas acriolladas son variedades mejoradas convencionales que llegaron a la comunidad desde hace 25 o 30 años y han logrado adaptarse a las condiciones de manejo campesino a lo largo del tiempo mediante selección natural o dirigida, a través de cruzamientos espontáneos con otras variedades locales. Mencionan como ejemplos, el maíz pinolero, el "Rocamel", H5, NBS, NB6, NB100, que se han venido cruzando mediante polinización libre con variedades criollas del tipo pujagua, olotillo blanco, olote colorado o amarillo yema de huevo, dando lugar a una diversidad de variedades. Para frijoles acriollados identifican los frijoles renegridos descendientes del DOR 364, el Revolución 84, y el Estelí 90 que se han adaptado a las condiciones ambientales, a los gustos locales y se comercializan con facilidad en el mercado (38).

Beneficios del uso de semillas criollas o acriolladas.

- Son parte esencial del patrimonio genético nacional.
- Están preparadas genéticamente para resistir a condiciones adversas (lluvias, sequías, plagas), por lo que siempre producen cosechas.
- Son un valioso recurso genético para la producción de nuevas variedades.
- Su uso y conservación, permiten una adecuada protección a la biodiversidad.
- Permite romper con la dependencia exclusiva de las semillas mejoradas, muchas veces fuera del alcance de la economía campesina, y si se reproducen en otras condiciones ambientales, sin el paquete tecnológico que las acompaña, pierden su vigor productivo.
- Son una alternativa a la Seguridad Alimentaria y Nutricional.
- Los alimentos que con ellas se preparan, son del gusto y agrado de los campesinos que las producen.

Una de las experiencias exitosas de la UNAG a través del PCaC, ha sido el rescate de las semillas criollas como respuesta al déficit de alimentos en periodos críticos y la preservación de las mismas en bancos de reserva como una estrategia de manejo de la diversidad genética, que permite a campesinos pobres de zonas secas y de laderas, disponer de materiales de siembra y responder a las afectaciones de la sequía. Una manera de preservar y consolidar este exitoso proyecto, ha sido la instalación de bancos de semillas, los cuales permiten el autoabastecimiento de semillas bien adaptadas, en cada ciclo de siembra con un costo económico mínimo y con la posibilidad de disponer de ellas en el momento oportuno. Los bancos de semilla permiten además la conservación in situ, en manos campesinas, las diversas variedades de semillas criollas.

De allí, la importancia de organizarse localmente para resguardar los materiales genéticos criollos y la biodiversidad local; disponer de una red de bancos comunitarios, crea la posibilidad de construir un banco genético nacional descentralizado, que permita contar con reservas de semilla, ir trabajando el proceso de adaptación al cambio climático con material adecuado a las condiciones locales y aportar a la soberanía alimentaria nacional.

El primer inventario de semillas criollas llevado a cabo por el PCaC se desarrolló en Madriz y Nueva Segovia a fines del año 2000. En 2002 se organizan los primeros bancos de semillas y el año 2004 marca un proceso de ampliación de las experiencias organizativas territoriales, los bancos comunitarios se multiplican gradual y progresivamente hasta constituir una red de 100 bancos comunitarios de semillas criollas, presentes en 12 departamentos del país. Todas estas experiencias dieron cabida al Fitomejoramiento Participativo (FP) cuyo objetivo global es generar variedades adaptadas a las condiciones agroecológicas y socio-económicas locales.

En Nicaragua el programa de FP para los cultivos de maíz y frijol se ha concentrado en Pueblo Nuevo y Palacagüina, ambos municipios de la zona norte del país. Participan diferentes organizaciones y el INTA (el INTA asesora, además, bancos comunitarios, banquillos y parcelas demostrativas tecnológicas). Como resultado de un proceso de 8 años de investigación participativa, capacitación, rescate de semillas criollas y con la introducción de semillas F1 y F2, se conformó un grupo de 32 agricultores fitomejoradores que se organizaron en una cooperativa con el fin de realizar los cruces experimentales en sus parcelas, producir y comercializar semillas mejoradas.

Este grupo ha liberado la JM, iniciales de su creador, un agricultor de Pueblo Nuevo, que es una semilla registrada de frijol; además, tienen 4 variedades de frijol en proceso de liberación, una variedad de maíz y una de sorgo tortillero blanco liberada recientemente.

Unos de los aportes de la experiencia es que por primera vez pequeños agricultores acompañados por el INTA, lograron el registro de la variedad JM de Pueblo Nuevo rompiendo las barreras de registro en la Comisión Nacional de Semillas (CONASEM).

La experiencia ha sido exitosa, ese pequeño grupo de agricultores han mejorado sus capacidades técnicas y metodológicas, para rescatar sus semillas criollas y hacer un mejoramiento cualificado; sin embargo, el asunto central es como resolver la demanda nacional ante una oferta limitada de semillas, cuando lo que se necesita es asegurar la soberanía alimentaria nacional y al mismo tiempo responder a la demanda de agro-exportación.

En entrevistas con campesinos que trabajan en el FP, han expresado las razones por las cuales usan y mejoran las semillas criolla:

- Porque se cultivan desde nuestros antepasados
- Aguantan la sequía y tiempos lluviosos
- Son originarias de nuestra zona
- No necesitan de mucho manejo técnico
- Tienen un mejor gusto que las semillas mejoradas, desde que comienza su producción hasta el tiempo en que uno lo guarda.

En datos proporcionados por una campesina que trabaja con el FP (38), la metodología que ella utiliza en el FP de maíz, es la siguiente:

- Escoge plantas que tengan buen follaje y color, caña gruesa, buena mazorca y bien cubierta por la tuza.
- Después procede a marcar las plantas seleccionadas con cinta de tela, plástico o cortando la parte de arriba de la planta.
- Una vez tapiscado y llevado a la casa, vuelve a hacer una segunda selección para guardar semilla para el próximo año. Aquí toma en cuenta que los granos de la mazorca tengan un buen tamaño, que las hileras de grano sean parejas; luego desgrana la punta y la parte de

debajo de la mazorca dejando la parte de en medio para semilla del próximo año.

- Guarda la semilla de dos maneras: curada en el fogón y utilizando ceniza de estiércol de ganado. Al momento de sembrar, se hace la prueba de germinación.

Cuadro 5. Semillas de variedades criollas en el territorio nacional.

Depto/comunidad	Maíz	Frijol	Sorgo
Masaya (Masaya, Niquinohomo, La Concepción)	Amarillo Blanco amarillento Cuarenteño blanco Maizón Olotillo blanco Poronga Pujagua morado Pujagua negro Pujagua rojo pálido Pujagua rojo quemado Tuza morado	Bayo Blanco Cuarenteño retinto Cuarenteño rojo Dulce Negro Compañía	
Carazo (El Paraíso, Esquipulas, Cañas Blancas, Román Esteban, Calihuate, Buena Vista, La Mohosa, San José, El Polvazal, La Cruz, El Ingenio, Los Angeles)	Amarillo ligero Olotillo blanco Pujagua morado Tuza blanca Tuza morada Tuza morada blanco Pujagua rojo	Bayo blanco Chile rojo Chiricano Color de santo Cuarenteño rojo Dulce Mono Negro criollo	Copete macho Pelota Gigante Rama
Matagalpa (C. Darío y Teustepe: Dulce Nombre de Jesús, El Cristal, El Rincón, La Pita, El Mojón de Teustepe)	Amarillo criollo Masaya Olotillo blanco Pinolero Pionero Pujagua morado Pujagua rojo Salco	Guaniseño Negro banquero Orgullosa Plomo Ponete lolla Rojo claro Rojo criollo Venado	Cabeza redonda Chirizo Maicillo amarillo Tagualapo Pinolero

<p>Rivas (Belén: Cantimplora, El Rayo, San Juan Viejo, San Marcos; S. J. del Sur: Miravalle, Ojochal; Tola: Cuascajoché, El Panamá)</p>	<p>Amarillo criollo Blanco criollo Chinameca Cuarenteño amarillo Olote salmón Olotillo blanco Pujagua blanco Pujagua morado Pujagua rojo Tuza morada Cuarenteño blanco</p>	<p>Bayo blanco Color de santo Cuarenteño rojo Gato Habanero Mono Negro criollo Retinto Rojo claro Rojo criollo</p>	<p>Blanco criollo Copete de macho Pinolero Millón Pollero</p>
<p>Estelí (Condega: Labranza 2, Laguna Sta. Rosa, La Naranjita; Estelí: El Limón, La Naranja-Fátima, Plan Grande)</p>	<p>Amarillo criollo Amarillón Olotillo blanco Amarillo tuza morada Bajo pinto Blanco criollo Pujagua blanco Tuza morada</p>	<p>Amarillo Barreño Chile matón Chile paño Cuarenteño azul Cuarenteño rojo Mejicano Mono Negro criollo Orgullosos rosado Papa Primoroso Prontolaolla Rojo claro Rojo criollo Blanco Vaina chata Vaina roja Waspaneño</p>	<p>Amarillo Bajo Millón indio Tortillero</p>

Fuente: UNAG (38) y elaboración propia.

Nota: es posible que nombres de una misma variedad cambien de una comunidad a otra.

Además de lo mostrado en el Cuadro 5, de un diagnóstico de variedades de granos básicos realizado en los departamentos de Madriz y Nueva Segovia (1999-2001) en 38 comunidades campesinas de esos departamentos, se obtuvo información valiosa al analizar las cualidades principales y la distribución de 85 variedades de maíz, 74 variedades de frijol común y 10 de sorgo, conservadas por las familias campesinas; para cada variedad, se analizó también sus tendencias a extenderse, mantenerse o a perderse.

Los esfuerzos de la UNAG, permiten crear un fuerte movimiento de rescate de semillas criollas y su mejoramiento, lo que permitiría empuñar una nueva y eficaz arma contra los efectos del CC, donde es casi seguro que las variedades mejoradas provenientes del extranjero no sobrevivirán. Los usuarios de semillas criollas están en posibilidad de mejorar su estrategia productiva ante el CC por medio de la variabilidad genética.



Fotos 22 y 23. Semillas criollas de maíz y de frijol.

Las variedades tolerantes o resistentes a la sequía.

Además del uso de semillas criollas y acriolladas, actualmente se puede contar con variedades mejoradas de diferentes granos básicos liberadas por el INTA, las cuales permiten obtener un mejor comportamiento de la planta y producciones más altas, aún en períodos de sequía, aunque hay que advertir que no son específicas para zonas secas.

Varietades mejoradas de maíz.

Nutrader y Mazorca de Oro, son variedades de alta calidad proteínica, ambos creados por el INTA. Entre las cualidades que mencionan de estas variedades están: rinden entre 55 y 91 quintales por manzana; la semilla se

puede usar en tres ciclos de siembra; se adaptan a los sistemas de producción del pequeño agricultor; la mazorca es de excelente calidad y tamaño; los tallos son resistentes; tienen muchas proteínas porque son nutritivas; su grano es resistente al ataque de gorgojos; no necesitan de mucho fertilizante y lo mejor, resisten la sequía. Estas variedades se adaptan bien desde zonas bajas hasta zonas muy altas, en diferentes tipos de suelo, y en laderas (15).

Recomiendan su siembra en zonas húmedas e intermedias de los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Nueva Segovia, Estelí, Masaya, León y Chinandega, pero no para las zonas secas, por lo que tendría que contarse con otras alternativas para producción de maíz en esas zonas.

Maíz NB-S: es una variedad de color blanco, produce a los 100 días con rendimiento de 50 quintales por manzana. Es considerado como una variedad que soporta la sequía.

Variedades de frijol para zonas secas.

El frijol “**INTA SSAN sequía**”. Esta nueva variedad de frijol puede sobrevivir en condiciones de sequía extrema y fue liberada en las zonas del Pacífico que son azotadas por la sequía, al igual que en regiones centrales de altitud media (14). Durante la fase de ensayos, el “**INTA sequía**” fue muy popular entre los agricultores, obteniéndose rendimientos significativamente mayores de grano de mejor calidad que las variedades comerciales localmente disponibles, cultivadas en las mismas condiciones. Se afirma que también es delicioso para comer (14).

Entre las ventajas de esta variedad se mencionan:

- Recomendada para zonas donde el frijol enfrenta problemas de estrés por sequía.
- Presenta buen comportamiento con precipitaciones bien distribuidas, entre 150-200 mm de agua, durante el ciclo.
- Tiene porte erecto, evitando que las vainas entren en contacto con el suelo.
- La variedad tiene resistencia a virus del Mosaico Dorado, Mosaico Común, Roya, Antracnosis y Mancha Angular.
- Tiene precocidad, madurando entre los 60-65 días.

- En pruebas culinarias y de cocción, ha sido aceptado por las familias productoras, por sabor, color y espesor de caldo; así como la rápida cocción del grano.

Mencionan como desventajas las siguientes:

- Color rojo oscuro del grano
- En presencia de vientos moderados a fuertes, la variedad puede sufrir ruptura a nivel del nudo de la hoja primaria, provocando volcamiento de la planta.
- Susceptible a Mustia Hilachosa (requema, tela de araña o pega pega) y Bacteriosis Común (requema amarilla).

La variedad “INTA SSAN sequía” ha presentado buena adaptabilidad en las zonas secas de las siguientes regiones: en Las Segovias: Somoto, Palacagüina, Pueblo Nuevo y Condega. En el Pacífico Sur: Diriamba, Jinotepe, La Conquista, Santa Teresa, Nandaime, Tisma, Tola y Belén. En el Centro Norte: Sébaco y San Isidro. En el Centro Sur: Teustepe, Malacatoya, San Lorenzo y Juigalpa (14).

Los frijoles “rojo seda” de Las Segovias.

El IICA (12), a través del Proyecto Red SICTA y en conjunto con la UNA, INTA y el CIAT, llevó a cabo un interesante trabajo con mucha profundidad científica, consistente en determinar la caracterización genética y morfo-agronómica de los frijoles criollos rojo seda de Las Segovias, en el que recopilaron toda la información básica para su protección, como recurso genético de esta región, donde se han cultivado por siglos, y para realizar trámites de indicaciones geográficas o denominaciones de origen.

Para ello, en mayo del 2008, recolectaron 70 materiales criollos de frijol rojo seda en los departamentos de Madriz, Nueva Segovia y Estelí. Cada sitio de recolección fue geo referenciado y cada productor encuestado para registrar sus opiniones sobre cualidades culinarias, atributos agronómicos y tolerancia a factores bióticos y abióticos de sus frijoles. Parte de las muestras recolectadas, se destinaron a la siembra de ensayos de campo. Otra parte fue enviada al CIAT para su caracterización molecular. Este trabajo permitió identificar la presencia de 23 materiales duplicados, detectándose 44 materiales con diferente genotipo. El análisis estadístico realizado con datos de los 67 materiales, los agrupó en cuatro conglomerados con base en los rasgos genómicos que compartían.

Con la información morfo agronómica registrada en datos y fotografías más el perfil molecular, se confeccionaron fichas para cada material por cada grupo con rasgos genómicos similares. Esta información fue complementada con notas acerca de las cualidades culinarias de los frijoles y su tolerancia o susceptibilidad a factores bióticos y abióticos. Estos registros pueden ser usados para fines de protección de recursos genéticos, y sirven de base técnica para trámites de indicaciones geográficas o denominaciones de origen.

Cada material identificado dentro del grupo a que pertenece, posee un código numérico y los siguientes datos:

- Localización geo-referenciada, con el nombre del productor, altura sobre el nivel del mar, lugar de colecta incluyendo localidad y nombre del productor.
- Morfología de la semilla, incluyendo color de testa, días de germinación y peso de 100 semillas.
- Tipo de tallo y altura de planta.
- Datos de floración y madurez.
- Datos de vaina.
- Criterios del productor, en el que emite opiniones sobre color de grano, precio de comercialización, sabor del caldo, tiempo de cocción, resistencia a plagas y estrés abiótico, incluyendo tolerancia o susceptibilidad a sequía.

Por ejemplo, los materiales “chile seda vaina rolliza” (código 505-01), “chile vaina roja N° 1” (código 505-02), “chile vaina roja N°2”(código 505-03), “seda N° 1 (código 505-04)”, todos pertenecientes al Grupo N° 1, son tolerantes a sequía, mientras que el “chile claro” (código 505-07), siempre del Grupo N° 1, es susceptible a factores abióticos incluyendo sequía.

De esta manera puede identificarse una buena cantidad de materiales de frijol segoviano y tomar las medidas precautorias para obtener los mejores resultados de su uso como material de siembra.

El frijol caupí (*Vigna sinensis*).

El caupí es un cultivo resistente al agua y tolerante a la sequía, sus rendimientos son de 20 quintales/mz cuando tiene un manejo adecuado. Fue

validado en Nicaragua hace 30 años por el INTA. La idea de sembrar caupí en mayores cantidades fue parte de las acciones de conservación de suelos y del establecimiento de cultivos asociados, utilizarlo como abono orgánico y favorecer la formación de materia orgánica, mejorar la textura de los suelos y dar a los productores un alimento alternativo rico en vitamina A, hierro, proteína y zinc.

En el momento de cosecha y cuando la vaina se seca, se extraen las semillas e igual que el frijol rojo, se cuecen y se consumen fritos. La ventaja de este cultivo en relación al frijol rojo es que en sesenta días da la primera cosecha, puede florar hasta cuatro meses consecutivos.

Los sorgos (*Sorghum bicolor*)

Lo más probable es que el sorgo sea originario de África central (Etiopía o Sudán), pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad de tipos, aunque hay reportes que muestran que el sorgo existió en la India en el siglo I d. C., incluso, hay esculturas que describen a esta planta, halladas en ruinas asirias de 700 años a. C. Existen, sin embargo, ciertas evidencias de que surgió en forma independiente, tanto en África como en la India.

Independiente de su origen, la característica más importante del sorgo es su habilidad para tolerar y sobrevivir bajo condiciones de continuas o intermitentes sequías. Es uno de los cultivos que representa el principal grano para la alimentación humana en muchos países con climas áridos y secos por su resistencia a la sequía y al calor. A eso ayuda su versatilidad ya que puede usarse, aparte de la alimentación humana, en alimentación animal, como planta forrajera y en la producción de bebidas alcohólicas. Últimamente se le demanda como cultivo agro-energético, utilizando variedades de sorgos dulces con tallos ricos en azúcares, de los que se utiliza toda la planta para la producción de bio-carburantes.

La planta moderna de sorgo, ha sido seleccionada, domesticada y cambiada para adecuarse a las necesidades humanas al cabo de mucho tiempo. Ha demostrado una enorme utilidad en áreas demasiado calientes y demasiado secas para el maíz y otros cereales. Esta adaptación del sorgo a zonas secas se debe a diferentes factores:

- El sorgo está considerado como una planta C4 (son plantas que utilizan la vía o ruta de 4 carbonos, también denominada vía de Hatch-Slack, la cual consiste en una serie de reacciones bioquímicas de fijación del carbono proveniente del CO₂ atmosférico), por lo que muestra una gran eficiencia fotosintética.
- La planta de sorgo tiene la habilidad de permanecer latente o “dormida” durante el periodo deficitario en lluvias y luego retoma su crecimiento.
- Enrolla las hojas y así, ofrece menor superficie de contacto para la transpiración.
- Tiene cera recubriendo los tallos y hojas, protegiéndose así de la desecación.
- Posee una menor tasa de transpiración, por lo que requiere menos milímetros de agua, para producir el mismo volumen de materia seca.
- Posee un gran número de raíces fibrosas de gran capacidad de extracción de agua del suelo.
- El sorgo posee una eficiencia en el uso del agua (WUE o Water Use Efficiency) significativamente mayor que otras alternativas de cultivos.
- Está entre las plantas con bajo requerimiento de agua, superando en esto al maíz.

Los sorgos criollos.

Los sorgos blancos mejorados en la zona norte mediante el FP. En las regiones secas de Nicaragua, los sorgos blancos representan un grano básico cada vez más importante para las familias campesinas pobres y gracias a ello, han sido objeto de mejoramiento a través del FP.

En las zonas secas del país, principalmente en la región central norte (Madriz, Nueva Segovia, Estelí), se siembran principalmente dos tipos de sorgo, que son:

- Sorgo millón: sorgo de ciclo largo sensible al foto-período, comúnmente cultivado en asocio con el maíz o el frijol, en sistemas manuales de bajos insumos; se utiliza para el consumo humano y animal.

- Sorgo tortillero (sorgo blanco o maicillo): sorgo de grano blanco, de ciclo corto e insensible al foto-período, introducido en la región en los años setenta, pero ampliamente difundido a partir de la segunda mitad de los años ochenta. Se cultiva en diversas condiciones, desde los sistemas manuales de bajos insumos hasta los sistemas tecnificados, se utiliza para el consumo humano y animal.

En estas zonas secas del país, los sorgos tortillero y millón se siembran principalmente para el consumo humano (en sustitución del maíz) y por tanto juegan un papel importante en la seguridad alimentaria de los pequeños productores en estas regiones desfavorecidas, ya que también es vital para la alimentación de las aves de corral y cerdos de la finca, que son los suplidores de la proteína animal. Además de estos dos tipos, se siembran también en áreas de menor importancia, más localizadas, el sorgo escobero y en las zonas ganaderas el sorgo forrajero.

Otro producto importante del sorgo es el rastrojo o la planta entera utilizada como forraje. La importancia de su utilización depende de la presencia de ganado mayor en la finca; en las comunidades con menor presencia de animales, el rastrojo se utiliza más para la incorporación al suelo.

En las áreas del Pacífico, donde se desarrolla la industria avícola, se siembra también el sorgo industrial: generalmente híbridos comerciales de ciclo corto y de grano rojo, cultivados en sistemas tecnificados mecanizados; los granos son utilizados en la fabricación de concentrados balanceados para la alimentación de aves y cerdos.

Inventario de las variedades de millón y tortillero. De acuerdo con Trouche et al (37), en la actualidad, los agricultores de la región central norte siembran todavía una docena de variedades locales de millón (Figura 14). Varios cultivares son calificados por los productores como rústicos por su adaptación a suelos pobres de laderas, a un manejo mínimo (sin fertilizante, una sola deshierba) y por una alta tolerancia a la sequía. El millón indio o lerdo es la variedad más antigua en la región, se caracteriza por ser tardía y tener rendimientos bastante bajos (menos de 1,5 t/ha o menos de 21 qq/mz).

En general, los nombres de algunas variedades se refieren a la forma de la panoja (riñón, mano de piedra), del pedúnculo (encorvado en paragua o colapanda) o al color y forma de grano (blanco, amarillo, avena).

Actualmente, fuera del conjunto de variedades calificadas indio o lerdo o criollo, la variedad más sembrada en la región de Estelí y Madriz, es la variedad Santa Cruz.

Casi 75% de los productores siembran la variedad llamada «Tortillero»; en realidad este calificativo no identifica una variedad precisa, sino que define más que todo, una variedad con granos blancos no manchados y glumas claras (plantas canelas) cuyos granos sirven para elaborar tortillas de calidad. Además, fueron reportadas variedades llamadas Sorgo Estopa Negra, Sorgo Crema, Pinolero, Sorgo Ligerero, Sorgo Blanco Alto, Sorgo Amarillo, Sorgo Guatemala y Tortillero Precoz. La variedad Crema se encuentra solamente en el valle de San Juan de Limay, donde ocupa casi toda el área en sorgo.

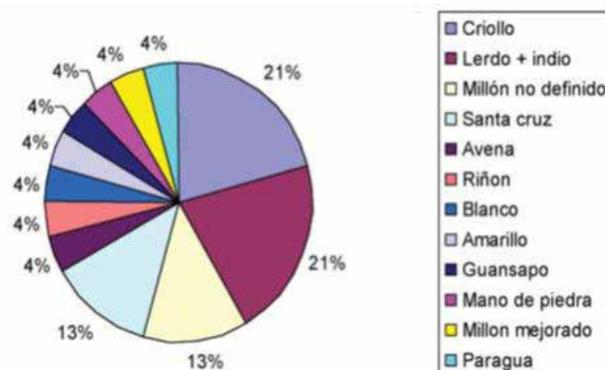


Figura 14. Las variedades de millón cultivadas en Madriz y Limay.

Fuente: Trouche (37)

Producto del FP es el Sorgo tortillero BF 89-12/1-1, muy ligero (menos de 90 días a madurez), rendimiento promedio de 50 qq/mz, grano blanco claro, grande, excelente calidad para tortillas, buen precio de venta

El sorgo millón mejorado del INTA. En el año 2001, el INTA, mediante un convenio de colaboración inter institucional con el Programa Internacional de Sorgo y Mijo (INTSORMIL), introdujo a Nicaragua procedente del Centro Nacional de Tecnologías Agropecuarias (CENTA) de El Salvador, un vivero de sorgo millón mejorado. De ese vivero se seleccionó la variedad EIME-119 que es una variedad derivada del sorgo millón llamado “pelotón”. Se evaluó y validó con éxito con la participación de cuarenta productores en las

localidades de Estelí, Madriz y Nueva Segovia. Es una variedad fotoperiódica y el fotoperiodo es una respuesta que permitió a los ancestros de los sorgos millones criollos adaptarse a la distribución bimodal de las épocas de lluvia en las regiones semiáridas tropicales de Nicaragua y madurar al final de éstas. Los sorgos millones se siembran de mayo a julio, florecen a finales de octubre cuando se alcanzan cerca de 12 horas de oscuridad y maduran en época seca (diciembre y enero), esto le permite al agricultor obtener un grano de excelente calidad para consumo humano y animal. El sorgo millón es un cultivo que en los últimos años gana más espacios en los sistemas de producción de los pequeños y medianos productores ubicados en zonas vulnerables, por su adaptabilidad a diversas condiciones agroecológicas, como su resistencia a sequía en relación a otros cultivos.



Fotografías 24 y 25. Sorgho millón cultivado en la zona seca de S. José de Cusmapa, Madriz
(Fuente: cortesía Ing. Ramón Guevara)

11

Cultivos de alto valor nutritivo no tradicionales en las zonas secas y con potencial agroindustrial

Los largos períodos de sequía que frecuentemente se presentan en las zonas secas, más acentuados en el centro-norte (Madriz, Nueva Segovia, Estelí), reducen la producción de cosechas, agotan las reservas alimenticias (maíz, sorgo, frijol), el ganado enflaquece, baja de peso y deja de producir leche; la población queda tan afectada que se requieren programas de ayuda alimentaria para paliar el hambre y evitar hambrunas. En las zonas secas, el maíz y el sorgo representan casi el 70% de las calorías que consumen las familias y cuando estos alimentos fallan, se produce un serio estado de desnutrición, principalmente entre la población joven y mujeres embarazadas; se elevan los índices de mortalidad causada por las enfermedades contagiosas más comunes y los índices de aprendizaje entre los niños tienden a ser significativamente menores en comparación con niños de otras regiones. Así mismo, los adultos con ingestas inadecuadas de energía, rinden menos en el trabajo y por tanto los ingresos familiares son menores. Sin percatarse, se entra a formar parte de un círculo vicioso del que cada vez es más difícil salir. La Figura 15 presenta ese círculo vicioso que muestra con más detalle la interrelación entre dieta inadecuada, productividad y sus consecuencias.

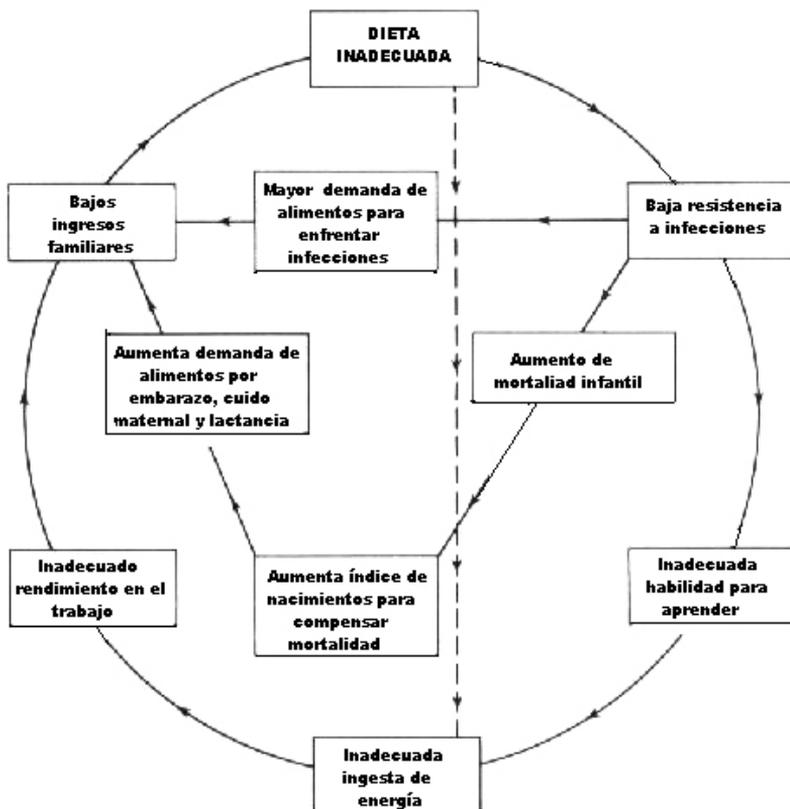


Figura 15. Interrelación entre dieta inadecuada y productividad.

Para tratar de romper ese círculo, deben intentarse otras variables alimenticias a introducir en la dieta diaria, aunque estos alimentos no provengan de cultivos tradicionales. Existe un buen número de plantas que poseen excepcionales cualidades nutritivas y, sin duda, ayudarían a mejorar la dieta diaria de las poblaciones de las zonas secas, de por sí sumidas en la pobreza y con muy pocas alternativas para la obtención de alimentos de buena calidad. Por aparte, estos cultivos poseen un buen potencial para su venta e industrialización si logran sembrarse de forma organizada (cooperativas, asociaciones de productores)

y presentar ofertas conjuntas al mercado. El nuevo agricultor que incurriere en esta actividad productiva, estará mejorando su nivel nutricional y el de toda su familia al adoptar para su autoconsumo, como un complemento a su dieta tradicional, una serie de granos de cultivos que, aunque actualmente se consideren como no tradicionales, formaron parte de la alimentación de nuestros ancestros, quienes los tenían en gran valía, hasta considerar a algunos de ellos como plantas sagradas. A continuación se describen varios de estos cultivos.

La Chía (Salvia hispánica, familia Lamiaceae).

Origen. Nativa de Mesoamérica (México y Centroamérica), el uso y el cultivo de la Chía en el valle de México, se remonta a unos 3.500 años a.C. En la época precolombina era para los mayas uno de los cuatro cultivos básicos destinados a su alimentación, junto al maíz, los frijoles y el amaranto. Con el paso del tiempo su uso cayó en el olvido y fue a finales del siglo pasado (1991) que el interés por la Chía resurgió, ya que al reconocerse sus propiedades, su cultivo fue reactivado gracias a un programa de desarrollo e investigación de la Universidad de Arizona, promoviendo la recuperación de este cultivo en EEUU, México y Argentina.

Los aztecas usaban la Chía en distintos preparados nutricionales y medicinales, así como también en la elaboración de ungüentos cosméticos. Era fuente de energía para travesías prolongadas y, combinada con maíz, alimento para los guerreros. Una comida típica (tzoalli) la preparaban con semillas de amaranto y chía tostadas, miel de maguey y harina de maíz. La harina de chía tostada se utilizaba en la preparación de una popular bebida refrescante y nutritiva, costumbre que, con variantes, hoy persiste en nuestro país y resto de Centroamérica y se denomina “fresco o refresco de chía” (agua, limón y chía). Los ceramistas y pintores utilizaban el aceite de chía para la preparación de barnices y pinturas, que se destacaban por su brillo y resistencia al envejecimiento. La harina de chía podía ser almacenada mucho tiempo, podía transportarse fácilmente en viajes largos y se utilizaba como moneda de pago para tributos y transacciones.

Agroecología. No están determinados con exactitud los requerimientos agroecológicos de la Chía debido a falta de experimentación e investigación, la cual solo se ha centrado más en la composición química de la semilla. No obstante, se pueden señalar ciertos rangos agroclimáticos:

Precipitación: requiere como mínimo un promedio anual de 500 mm de lluvia; es un cultivo resistente a la sequía. Para su germinación necesita que el suelo esté húmedo; luego crece y desarrolla con mínimas cantidades de agua. Como la mayoría de las salvias, es tolerante tanto a la acidez y a la sequía, pero no soporta las heladas, requiere abundante sol, y no fructifica en la sombra.

Temperatura: no tolera las heladas, pero resiste temperaturas desde 12 hasta 32-33 °C.

Altitud: en México se cultiva desde los 1000 hasta 2000 msnm; en Argentina y Chile la cultivan desde los 500 msnm; los mayas la cultivaban en Centroamérica desde los 200 msnm.

Suelos: se adapta a una alta variabilidad de suelos, desde suelos arenosos hasta arcillosos, aunque prefiere suelos de texturas ligeras a medias, bien drenados, no demasiado húmedos ya que no soporta el mal drenaje; es muy susceptible a la ausencia de nitrógeno. Resiste la acidez.

Composición química y características nutricionales. Tiene un alto contenido de proteínas (casi 20%), es rica en aceites y fibra cruda y su contenido calórico es muy bueno (Cuadro 6), pero la Chía se caracteriza por su gran riqueza en ácidos grasos esenciales, y representa la fuente vegetal de mayor concentración de AG omega-3. Sus semillas poseen un 33% de aceite, del cual el ácido linoléico (omega-3) representa el 62% y el linoleico (omega-6) el 20%. La Chía es el cultivo con mayor porcentaje de AGE al tener el 82% de sus lípidos con dicha característica.

Cuadro 6. Análisis químico proximal de la semilla de Chía (Salvia hispánica)

Análisis	Contenido (%)
Humedad	7.87
Proteínas	19.63
E. Etéreo	30.30
Fibra cruda	25.21
Cenizas	4.26
E.L.N.	12.73
Cal/100gr	405.14
Calcio (g/100gr)	1.01
Hierro (gr/100gr)	0.052

Los AGE, y sobre todo los omega-3, cumplen importantísimas funciones en el organismo, señalándose entre sus principales beneficios para la salud: disminuyen el índice de enfermedades coronarias; ayudan a normalizar la presión arterial elevada; reducen el nivel de colesterol; protegen al corazón contra daños causados por ataques cardíacos; juegan un papel fundamental en la mejora de los sistemas nervioso e inmunológico; ayudan en el sano desarrollo del embarazo y del crecimiento infantil.

Pero, además de los AGE (o tal vez por eso), la semilla de Chía posee un buen contenido de antioxidantes, los cuales, además de resultar un saludable aporte dietario y terapéutico, sirven a la buena conservación del aceite. Esto explica como los mayas, sin grandes técnicas de conservación, podían almacenar la harina de Chía durante largos períodos sin que se pusiese rancia, algo poco habitual en semillas oleaginosas. Los antioxidantes, además de conservar los ácidos grasos, protegen de tumores, afecciones cardiovasculares, inflamaciones, virus y radicales libres. Es importante señalar la importancia de los antioxidantes naturales que contiene la Chía (principalmente flavonoides), en relación al amplio uso de compuestos sintéticos que hace la industria para preservar los aceites; los antioxidantes sintéticos son sospechosos de ser cancerígenos y de inhibir el efecto de ciertas medicaciones (18). En el Cuadro 7 se presenta el contenido de AG Omega-3 de la Chía, en relación a otras fuentes vegetales.

Cuadro 7. Contenido de AG Omega-3 de fuentes vegetales

Nuez	11.5
Canola	9.6
Soya	7.3
Oliva	0.7
Pepita de uva	0.3
Chía	62.0

Las otras fuentes importantes de omega-3 son los peces y algas, pero las fuentes vegetales de omega-3 muestran una ventaja muy importante sobre estas otras, debido a que contienen una cantidad de ácidos grasos saturados (mirístico, palmítico, esteárico) significativamente inferior. Una consideración importante acerca de los aceites de pescado, es que contienen colesterol, puesto que son productos animales. El Cuadro 8 es más explícito:

Cuadro 8. Ventajas de la Chía sobre otras fuentes de omega-3

Aceite	Pescado	Algas	Linaza	Chía
Origen	Animal	Vegetal	Vegetal	Vegetal
Historial de consumo humano	No	No	No	Si
Usado mayormente en	Alimentación	Alimentación	Industria	Alimentación
Concentración omega-3 (%)	30	37	58	62
Concentración de Grasas saturadas	27.0	50.0	7.0	9.0
Colesterol	Si	No	No	No
Factores anti-nutricionales	Si	No	Si	No
Estabilidad de grasa comparat.	Muy baja	Muy baja	Baja	Alta
Antioxidantes naturales	No	Muy bajo	Muy bajo	Alto
Necesidades antioxidantes	Si	Si	Si	No
Gusto a pescado o sabor fuerte	Si	Si	Si	No

Fuente: Ayerza, R. (2)

Más allá de su excelente perfil lipídico, la Chía es también rica en proteína (20%), que se caracteriza por su buen contenido de aminoácidos esenciales, entre ellos la lisina, aminoácido limitante en todos los cereales. La semilla de Chía no posee gluten, o sea, que puede ser consumida por los celíacos (La

enfermedad celíaca es una intolerancia del niño o adulto al gluten y más concretamente a una de sus fracciones proteicas o componentes, llamada gliadina). Referente a vitaminas, es una buena fuente del grupo B. La carencia de vitamina B es uno de los factores que incrementan el índice de homocisteína en sangre, lo cual favorece la formación de depósitos de placas en las paredes arteriales e incrementa el riesgo de afecciones cardiovasculares y apoplejía. La Chía se destaca también en su contenido de minerales, ya que la semilla entera posee 714 mg de calcio y las semillas parcialmente desgrasadas (harina) poseen 1.180 mg de este mineral (la leche tiene apenas 125 mg de calcio, o sea, entre 6 y 10 veces menos). Además, es rica en magnesio (390 mg), potasio (700 mg) y fósforo (1.057 mg), minerales sinérgicos al calcio. En cuanto a oligoelementos, la Chía es una gran fuente de hierro (16,4 mg). Este valor sube a 20,4 mg en la harina y casi triplica al contenido del hígado vacuno. La Chía también contiene buenos valores de zinc y manganeso, aunque es muy pobre en sodio. Otra virtud nutricional de la Chía es su buena cantidad (27%) y calidad de fibra, sobre todo en forma de fibra soluble (mucílagos). Este tipo de fibra retarda el índice de glucosa en sangre y reduce la absorción de colesterol.

No hay duda de que el consumo de Chía por las familias habitantes de las zonas secas, mejoraría ostensiblemente su salud y por tanto calidad de vida, contribuyendo notablemente con la SAN.

Usos e industrialización de la Chía. La semilla de esta planta maravillosa (se la llama la “supersemilla”) puede utilizarse para la obtención de sus aceites, siendo lo ideal su cultivo en forma orgánica y por el proceso de prensado en frío y sin refinado para obtener los aceites. Dado su alto contenido de omega-3, bastaría con ingerir apenas unos gramos de aceite (una cucharadita) en crudo, a fin de cubrir las necesidades diarias de ácido linolénico. Debido a la baja proporción de omega-6 en su composición, una mezcla con aceite de girasol permitiría obtener un equilibrado suplemento de AGE, con la relación ideal entre los omegas 6 y 3, de 4:1. Obviamente que son aceites para consumir en frío y sin proceso alguno de cocción, a fin de preservar sus valiosos y delicados principios nutricionales.

Al someter las semillas al proceso de prensado para la obtención de aceite, se obtiene como subproducto una harina que contienen una buena concentración de AGE y de otros nutrientes (como los 1.180 mg de calcio y los 20,4 mg de hierro); esta harina podría servir para reforzar alimentos con poca calidad nutricional o para adicionar a productos de panificación y a un sinnúmero de

preparaciones culinarias y bebidas. Los requerimientos diarios de omega-3 se cubrirían con apenas cuatro gramos de esta harina. En el caso de consumir la semilla entera, conviene ingerirla molida o muy bien masticada, para permitir su correcta metabolización y aprovechamiento de sus aceites.

Tal vez los factores limitantes para una mayor difusión del consumo de la Chía, sean por el momento, el desconocimiento de sus cualidades nutricionales y las técnicas agronómicas para una buena producción. Dado que no se trata de una semilla oleaginosa propiamente dicha, y que se procesa artesanalmente en frío, la producción de su aceite es más costosa. Pero este argumento se neutraliza con la baja dosis diaria que se requiere para cubrir las necesidades mínimas. Además, siempre se puede consumir la semilla (entera o en forma de harina), alternativa mucho más económica y que permite capitalizar nutrientes que no están presentes en el aceite (el caso de minerales y fibra). No se conocen componentes tóxicos ni en la semilla ni en la harina de Chía. A pesar de todo, la comercialización de productos que incluyen Chía, están creciendo rápidamente alrededor del mundo. Se la utiliza como ingrediente para hacer pan, barras energéticas, suplementos dietéticos, en dietas de aves para producción de huevos y carne, y en dietas de vacas lecheras para producción de leche, entre otros.

El Chan (*Hyptis suaveolens*, familia Labiatae).

Origen. El Chan es nativo del sur de México y Centroamérica; se le conoce como “Chía cimarrona” y era, junto con la Chía, una planta muy utilizada en la época prehispánica por las culturas azteca y maya, tanto en forma medicinal como alimenticia; se le adicionaba a otras comidas por su olor aromático. Su uso se vio limitado con la conquista, ya que los españoles la relacionaban con ritos paganos por ser ofrecida a los dioses como ofrenda. Se le menciona en el Códice Florentino señalándolo como una planta medicinal buena para las diarreas y otros males al usar la semilla cruda, molida y comida, tanto la pasta como el zumo.

Agroecología. Posee un amplio rango de adaptación, crece silvestre y se encuentra en los campos como maleza entre los matorrales, áreas de cultivo, orillas de camino e incluso en áreas urbanas.

Precipitación: se le ha visto crecer bien en zonas con precipitaciones de 400 mm anuales hasta sitios de 1500 mm de lluvia.

Altitud: Se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 1600 metros de altura.

Temperatura: se desarrolla bien en zonas con temperaturas desde 16 a 33°C y a veces más.

Suelos: posee un amplio rango de adaptación, encontrándose en suelos desde franco arenosos hasta arcillosos, pero no arcillosos pesados. Requiere de buen drenaje y no se adapta en suelos inundados.

En muchas partes, incluyendo Nicaragua, se le considera una maleza y Toval y Rueda (34) describen al Chan (en el departamento de León) como “una maleza común a la orilla de los caminos, en rondas de cultivos y zonas alteradas. Se puede encontrar con flores entre los meses de septiembre y marzo y con frutos de septiembre a junio”. Se propaga fácilmente ya que sus semillas son dispersadas por el agua, animales y humanos y al ser polinizada por insectos, al posarse sobre ella provocan una explosión que cubre al insecto de su polen, el cual es dispersado de esta manera a otra planta.

Actualmente al Chan se le encuentra desde México y las Antillas hasta Brasil, Bolivia y Paraguay.

Composición química y características nutricionales.

La planta de Chan presenta características medicinales y nutricionales muy apreciadas desde la época prehispánica. La semilla de esta planta es muy atractiva como alimento ya que posee un alto contenido de proteína y un adecuado balance de aminoácidos esenciales, un contenido elevado de lípidos, y carbohidratos. Además de su contenido proteínico, la semilla es rica en fibra dietaria, recomendada para algunas enfermedades como pólipos y ciertos tipos de cáncer. A continuación se presenta el análisis químico proximal tanto de la semilla como del mucílago.

**Cuadro 9. Análisis químico proximal de semilla y mucílago de Chan
(*Hyptis suaveolens*)**

Análisis	Semilla		Mucílago de semilla	
	Base húmeda (g/100g)	Base seca (g/100g)	Base húmeda (g/100g)	Base seca (g/100g)
Humedad	5.41	-	86.39	-
M. seca	94.58	100	13.61	100
Cenizas	3.94	4.17	0.315	2.33
E. etéreo	15.96	16.88	0.155	1.14
Proteína cruda	14.1	14.90	0.33	2.41
Fibra cruda	28.24	29.86	4.10	30.14
ELN	32.46	34.32	8.71	63.97

Como se observa, en la semilla resalta el contenido de extracto etéreo o grasa (casi 17%), fibra cruda (29%) y los carbohidratos cuantificados como extracto libre de nitrógeno (34%). En el AQP del mucílago se observa una disminución del contenido de proteína y extracto etéreo y un incremento en el contenido de carbohidratos, respecto al contenido de la semilla.

El contenido de fibra dietaria total de la semilla es de 4.90 %, mientras que el del mucílago es de 20.81% (obtenido por el método de Gowde modificado). El gran interés por la fibra dietaria se remonta a los años 70 del pasado siglo, cuando se comenzaron a realizar estudios epidemiológicos que relacionaron la deficiencia de fibra dietaria con enfermedades que se presentan principalmente en países occidentales, como la constipación, pólipos, cáncer de colon y trastornos metabólicos como obesidad y enfermedades coronarias. La fibra dietaria se define como los carbohidratos complejos de las plantas que los seres humanos no digieren por carecer de las enzimas específicas. La fibra se divide en dos categorías: soluble e insoluble. Mientras que la fibra insoluble pasa a través del aparato digestivo relativamente sin cambios, la fibra soluble se disuelve para formar un gel suave. Mucílagos, pectinas y gomas son ejemplos de fibra soluble. Precisamente la semilla de Chan al ponerse en contacto con

el agua forma una barrera gelatinosa en su superficie, a la cual se le llama mucílago, constituido principalmente por fibra dietaria.

Usos e industrialización del Chan. El Chan debe verse como un cultivo alternativo para los productores de las zonas secas, ya que posee diferentes usos medicinales e industriales:

Medicinales:

- El extracto acuoso de las semillas es usado para aliviar afecciones intestinales, catarrales e inflamaciones.
- Las semillas remojadas en agua sueltan un mucílago que se toma y según la medicina popular, es muy bueno para los males estomacales.
- La cocción de tallos, hojas y flores en solución de cloruro de sodio se aplica como lienzos en inflamaciones.
- Las aguas preparadas con Chan también son útiles para el estreñimiento y contra la bilis. Además, para “estimular el parto” y para detener la hemorragia nasal.
- Las infusiones de las hojas de Chan y el agua preparada con sus semillas, sirven contra las agruras, dolor de estómago, las fiebres y para la buena digestión.
- En Guatemala, en las comunidades donde conocen la planta, utilizan la cocción de la misma para lavar heridas, infecciones bacterianas en la piel, los tratamientos los usan de forma tópica.
- La raíz en cocción suelta un líquido amargo que se toma para el tratamiento de la fiebre, dolores de estómago y en baño para la artritis. El extracto de las hojas se utiliza para las afecciones de la piel causadas por hongos.

(Nota: debe recordarse que para confiar plenamente en las cualidades medicinales de esta planta, y cualquier otra, es esencial separar las pruebas científicas rigurosas de la anécdota popular y, por tanto, tomar las precauciones debidas).

Industrial:

- La semilla contiene 25 por ciento de aceite, de color amarillo, de sabor y olor que lo asemejan al de la linaza y se usa en la elaboración de lacas para artesanías.
- Bebidas: Las semillas se usa para elaborar refrescos.
- Con las semillas del Chan, condimentadas con azúcar y miel y agregándoles a veces almendras peladas o semillas de otras plantas, se preparan confituras muy agradables.
- El uso de gomas, mucílagos y pectinas como aditivos en los alimentos es de uso cada vez más común en la industria alimenticia por sus efectos como agentes espesantes, emulsificantes, gelatinizante y estabilizante y allí tiene el Chan un gran potencial debido a su contenido en mucílago.
- Las hojas secas pulverizadas se pueden mezclar con semillas de diversos granos para evitar que se infesten de hongos e insectos. Se ha comprobado que, en maíz almacenado, la mortalidad de gorgojos adultos de la especie *Sitophilus zeamais* aumentó cuando se incrementó la concentración de polvo de hoja de Chan; la máxima mortalidad acumulada se observó con la concentración de 25% de hojas de Chan, 19 días después de la infestación del grano almacenado.
- Hay que recordar que en Centroamérica, plagas como el gorgojo destruyen cerca de un diez por ciento de las cosechas de maíz almacenadas sin la protección adecuada. Por tanto, el Chan podría convertirse en un efectivo insecticida orgánico. Ello evitaría además que los agricultores recurran al uso de fosfuro de aluminio, un producto con alta toxicidad comprobada, para combatir las plagas que atacan los granos almacenados.
- La cualidad insecticida y repelente de su aceite esencial podría también ser aprovechada para elaborar insecticidas caseros y ecológicos, para combatir plagas como mosquitos, moscas y otros insectos y reducir la incidencia de enfermedades como el dengue y malaria.



Fotos 26 y 27. Cultivo de Chía (izq) y plantas de Chan (der).

El Amaranto (*Amarantus* sp., familia *Amaranthaceae*).

Origen. El Amaranto es otra de las plantas maravillosas que nos heredaron las antiguas culturas que poblaban el continente americano. Su consumo se remonta a 4000 años de antigüedad o más, tanto en las poblaciones del imperio Maya, como en el Azteca e Inca y era considerado como un grano sagrado. Su cultivo ha recobrado una importancia creciente, a pesar de que casi desaparece por el dominio religioso de los españoles en tiempos de la conquista, por considerarla una planta pagana; es así que emitieron un mandato en el que se prohibía el cultivo de amaranto so pena de crueles castigos, dado que a su consumo se le atribuía la increíble fortaleza y resistencia de los aborígenes.

Agroecología. La familia *Amaranthaceae*, a la cual pertenece el Amaranto, reúne cerca de 60 géneros y más de 800 especies cuyas características cambian notablemente, dependiendo del ambiente en el que crecen. No obstante, existen tres especies de amaranto que producen semilla y que son las más apreciadas:

- *Amaranthus Cruentus*: es la especie originaria de México y Centroamérica, se cultiva principalmente para obtener grano. También se consume como vegetal.
- *Amaranthus Hipochondriacus*: procedente de la parte central de México, se cultiva para obtener grano.
- *Amaranthus Caudatus*: se cultiva en la región de Los Andes para grano y como ornamental.

El Amaranto es una planta con un amplio rango de adaptabilidad ambiental y distintas zonas de producción tal como veremos a continuación:

Precipitación: prospera en condiciones desde 300 a 2000 mm anuales, aunque la precipitación anual más aceptable varía de 400 a 1000 mm. Esto indica que es una planta con alto nivel de resistencia a la sequía, soportando escasez e irregularidad de las lluvias, necesitando la humedad en el suelo al momento de la siembra, hasta que germina y aparecen los retoños. El Amaranto requiere una cantidad de agua de solo el 60% de lo que necesita el trigo o la cebada y se dice que llega a crecer mejor en condiciones secas.

Temperatura: crece bien en rangos de temperatura que van desde los 22 hasta los 33 °C.

Altitud: se presenta desde el nivel del mar hasta 3000 metros de altura.

Suelos: acepta suelos de diferentes texturas y de mediana y aún baja calidad fertilizante.

También resiste a plagas y enfermedades comunes o presenta baja incidencia de éstas en los rendimientos productivos, lo que proporciona a los productores la opción de aumentar la diversidad de cosechas, reduciendo el riesgo de insectos, enfermedades y pestes, que se vuelven problemas serios e inciden en los costos de producción.

Composición química y valor nutritivo. La principal característica de esta planta es su alto valor nutritivo, a tal grado que en un estudio realizado, en 1975, por la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos (Underexploited Tropical Plants with Promising Economic Value) con el fin de conocer especies vegetales poco explotadas pero con gran potencial, demostró que el Amaranto es uno de los 36 cultivos más prometedores del mundo, por esta razón la misma academia lo describió como “El mejor alimento de origen vegetal para consumo humano”.

En el Cuadro 10 se observa el AQP del amaranto y los cereales más comunes en nuestro medio. Como puede verse, posee 17% de proteínas, buena cantidad de carbohidratos asimilables, grasas, fibra cruda y cenizas. Comparado con otros cereales, el amaranto contiene el doble de proteína que el maíz y el arroz, y de 60 a 80 por ciento más que el trigo y más energía metabolizable que esos mismos granos.

Cuadro 10. Análisis químico proximal del Amaranto y otros granos (%)

Análisis	Amaranto	Maíz	Arroz	Trigo
Humedad	11.1	13.8	11.7	12.5
Proteína cruda	17.9	10.3	8.5	14.0
Carbohidratos	57.0	67.7	75.4	66.9
E. etéreo	7.7	4.5	2.1	2.1
Fibra cruda	2.2	2.3	0.9	2.6
Cenizas	4.1	1.4	1.4	1.9
Energía metabolizable (Cal/100gr)	440	361	369	354

Calidad de la proteína del Amaranto. Este grano cuenta con una proteína de excelente calidad, ya que es la única entre los vegetales de su tipo que contiene todos los aminoácidos esenciales (aquellos que el organismo no puede producir), como son la leucina, lisina, valina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e isoleucina. Estos aminoácidos, básicos para la buena salud del organismo, se encuentran en mayor proporción en la proteína del Amaranto que en la de muchos otros cereales como el trigo, arroz, maíz, avena. De hecho, todos los cereales tienen una deficiencia del aminoácido esencial lisina y por lo tanto, se constituye en el aminoácido limitante para muchas de las proteínas de origen vegetal. El Amaranto, en cambio, contiene el doble de lisina que la proteína del trigo, el triple que la del maíz y es equiparable en contenido a la proteína de la leche de vaca, la cual se considera el parámetro de excelencia nutricional. El 20 % de las proteínas en las semillas de Amaranto corresponden a las globulinas ricas en lisina y en aminoácidos azufrados los cuales pertenecen al grupo de aminoácidos esenciales (la lisina es deficiente en todos los granos de cereales y los aminoácidos azufrados lo son en todas las leguminosas, incluyendo el frijol). Estas características lo han señalado como un grano que cumple con los requerimientos recomendados por FAO para una óptima nutrición humana. El Amaranto es, por lo tanto, un complemento nutricional óptimo y balanceado en comparación con los cereales convencionales.

De acuerdo con investigaciones aparecidas en un reportaje del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), "Composition of Foods", el

Amaranto tiene mayor contenido de lisina, fósforo, calcio y hierro, que otros cereales comunes como el arroz, maíz, trigo, cebada avena y el centeno. Solamente la leche materna y la de vaca contienen igual o un poco más de estas sustancias nutritivas. Es una de las fuentes más importante, además de proteínas, de vitaminas naturales y minerales: A, B, C, B1, B2, B3, ácido fólico, niacina, calcio, hierro y fósforo.

Todo lo anterior nos hace pensar que, además de sus requerimientos agroecológicos favorables para cultivarlo en zonas secas, el Amaranto se puede utilizar integralmente como un recurso para proporcionar a las poblaciones de esas áreas secas los requerimientos proteicos y de calorías que demandan, los cuales en la actualidad no obtienen o los obtienen de varias especies vegetales las cuales algunas de ellas no cultivan tales como el arroz, azúcar (caña), pan (trigo), papas, etc., por lo que tienen que adquirirlas, incurriendo en gastos que afectan su precaria economía. No hay duda de que contribuiría a reducir los niveles de desnutrición en los sectores más vulnerables de esas poblaciones.

Usos e industrialización. Aparte de aprovecharse como grano para la alimentación diaria (las hojas del amaranto se pueden aprovechar elaborando aguas saborizadas, ensaladas, sopas, jugos, guisos, tortillas, tamales), así como verdura o forraje, la planta presenta una gran versatilidad, pudiéndose utilizar tanto en la industria alimentaria, en otras ramas industriales, como en medicina.

En la industria alimentaria. Es en esta industria donde tiene un prometedor potencial en la preparación de diversos alimentos o formando parte de ellos, como refuerzo para incrementar el valor nutritivo de los mismos. Veamos algunos ejemplos:

- El follaje deshidratado se utiliza en la fabricación de fideos (como colorante natural), y como relleno de pastas, tartas y otras presentaciones.
- También se logran productos industrializados como cereales enriquecidos, harinas, concentrados, extruidos, almidones; estos sirven como insumos para otras industrias de alimentos y bebidas.
- En la elaboración de barras de cereales y snacks, siendo el Amaranto el producto que aporta el mayor valor nutricional.
- Como suplemento alimenticio de alto valor proteínico para alimentos infantiles.

- Elaboración de pastas y espaguetis con amaranto, con alto valor proteínico.
- El almidón del Amaranto tiene una característica molecular muy peculiar: en términos de tamaño de partícula es la molécula de almidón más fina que se haya encontrado hasta el momento en el reino vegetal. Esta particularidad podría tener diversas aplicaciones en la industria de alimentos y en otras aplicaciones tecnológicas como materia prima de primera calidad. Por sus extraordinarias características se utiliza para la fabricación de “geles”, repostería fina, e incluso tiene aplicaciones en la industria en general.
- Como un ejemplo del aporte nutricional del Amaranto, mostramos a continuación los resultados de un ensayo llevado a cabo en una universidad mexicana para la elaboración de pinol o pinole, cuyos resultados pueden repetirse en nuestro país sin ningún impedimento técnico:
- **“Pinole” de alto valor nutricional obtenido a partir de amaranto, cereales y leguminosas.** “En nuestro país, gran parte de la población particularmente en las zonas rurales padece desnutrición. Una alternativa para disminuir el elevado índice de desnutrición es mejorar el valor nutrimental de los alimentos tradicionales aprovechando los productos vegetales que brindan proteína de bajo costo. El pinole, es un alimento tradicional de México, generalmente elaborado de harina de maíz tostado a veces endulzada y mezclada con cacao, canela o anís. Debido a su ingrediente principal, los pinoles tradicionalmente muestran deficiencia en aminoácidos esenciales, lo que limita su calidad proteínica. Con la finalidad de obtener un pinole de alta calidad proteínica, se elaboraron combinaciones de cereales y leguminosas que incluyeron maíz (*Zea mays* L.), amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.), arroz (*Oriza sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.), haba (*Vicia faba* L.), lenteja (*Lens esculenta* Moench). Mediante evaluaciones sensoriales se seleccionaron las combinaciones más aceptables. Se realizó un análisis químico proximal de las harinas tostadas, y se determinó el perfil de aminoácidos esenciales, inhibidores de tripsina y digestibilidad in vitro de la proteína. Los pinoles de alta calidad proteínica, de composición: 35-20-40-5 (maíz-amaranto-garbanzo-haba); 35-20-40-5 y 30-20-40-10 (maíz-amaranto-

garbanzo-lenteja), sobresalieron en aspectos importantes tales como: mayor cantidad, calidad y digestibilidad de su proteína, así como mayor o similar aceptabilidad en comparación con el pinole de maíz”.

“Este producto, el amaranto, es una excelente fuente de proteína, viable para incluirse en la dieta de la población mexicana y posiblemente de otras regiones de Latinoamérica”.

Otros usos industriales del Amaranto: se utiliza en elaboración de cosméticos, en aceites y colorantes, producción de plásticos degradables, o bien, como materia prima de otros sectores industriales (químico, farmacéutica)

Usos medicinales. El amaranto se utilizaba como medicina desde tiempos prehispánicos: las hojas se utilizaban como infusión contra la diarrea no sólo por su valor nutritivo, sino también por las propiedades médicas que se le atribuyen y se han confirmado con las investigaciones realizadas durante los últimos años. A continuación se enumeran algunos usos que se le dan actualmente en el área medicinal (9):

- Recientes estudios demostraron que una gelatina con alto contenido de fibra, elaborada con base de amaranto, nopal y harina de brócoli, podría prevenir el cáncer de colon.
- Por las propiedades nutritivas y los componentes del amaranto (proteínas, vitaminas, minerales, aminoácidos, fibra y grasas) es recomendado para prevenir y ayudar a curar afecciones como la osteoporosis, en diabetes mellitus, obesidad, estreñimiento y diverticulosis.
- En insuficiencia renal crónica, insuficiencia hepática, encefalopatía hepática, alimento apto para celíacos, dieta para personas con autismo.
- Se recomienda a pacientes con problemas bucodentomaxilares, geriátricos, desnutridos y oncológicos.
- En dietas hiperenergéticas e hiperproteicas, hipocolesterolemia. Por su contenido energético también es beneficioso para pacientes con requerimientos calóricos elevados.
- En problemas de hipertensión, debido a que la proteína del grano de amaranto es de valor nutrimental semejante al de la caseína de leche y puede utilizarse como fuente en la producción de hidrolizados para la obtención de péptidos antihipertensivos.



Fotografías 28 y 29. Plantío (izq) y granos de Amaranto (der)

Pese a su excelente valor nutricional, el cual es indiscutible, adaptación a zonas secas y a tener toda una tradición maya, azteca e inca como alimento de primer orden, el cultivo del Amaranto puede considerarse casi completamente desconocido, relativamente nuevo y aún no ha podido abrirse paso, para incorporarlo en la dieta diaria de los habitantes de las zonas secas que tanto requieren de especies adaptadas a esas condiciones y que sean ricas en nutrientes. Para introducir este cultivo se requiere de una campaña para dar a conocer sus bondades y recordar a la población, el lugar que ocupaba en la cultura alimenticia indígena, hasta llegar a integrarlo como una planta sagrada en las festividades religiosas. Es una obligación el borrar el estigma de planta diabólica que le impregnaron los conquistadores.

Algo muy importante y a tomar en cuenta por los productores, además de sus contenidos nutricionales, es la **rentabilidad del cultivo** en las zonas donde se siembra comercialmente, en relación a otros cultivos tradicionales; eso se ha comprobado en las plantaciones de la parte central de México, donde el precio comercial del grano de Amaranto, en los últimos años, es dos veces más alto que el maíz, una más que el frijol y tres veces más que el trigo, permitiendo asegurar al campesino mexicano un aumento en la rentabilidad de la tierra en un 100 a 200%. Claro que esas cifras no se pueden extrapolar a nuestro medio sin un previo estudio de mercado; además, el nuevo productor que incursione en el cultivo de amaranto, debe considerar que el margen de rentabilidad que obtenga en su primer experiencia, dependerá de ciertas características tales como el conocimiento y buen manejo del terreno, de los sistemas de cultivo, paquete tecnológico, demanda del mercado, aspectos culturales; son factores que permiten la obtención de 1.0 a 1.5 ton/ha en el primer año de introducirse a este cultivo.

El Marango (*Moringa oleífera*, familia *Moringaceae*).

Origen. El marango o *Moringa* es un género de plantas con numerosas especies distribuidas por zonas áridas y semiáridas de Asia central (sur de Himalaya, noreste de India, Bangladesh, Afganistán y Paquistán), África y Madagascar; se sabe que fue utilizado por los antiguos griegos, egipcios y romanos. La especie más conocida es *Moringa oleífera*, conocida en nuestro medio como marango. En América Latina y Centroamérica, el marango fue introducido en los años 20 del pasado siglo como árbol ornamental y para usarse en sistemas agroforestales, como cerca viva y cortina rompe-vientos.

Requerimientos agroecológicos. Es una especie adaptada a un amplio rango ecológico; en Nicaragua se le sitúa en zonas de vida del Bosque tropical seco, Bosque subtropical seco, Bosque tropical muy seco y en Bosque húmedo. La *Moringa oleífera* es un árbol de crecimiento muy rápido, en el primer año se puede desarrollar varios metros, hasta tres o incluso cinco, en condiciones ideales de cultivo.

Cuadro 11. Requerimientos agroecológicos del marango (*Moringa oleífera*)

Precipitación	Requiere como mínimo de 500 a 700 mm de lluvia anuales lo que indica que soporta largos períodos de sequía, creciendo bien en condiciones áridas y secas. Se le ha observado creciendo bien en zonas con precipitaciones de 2000 mm anuales.
Temperatura	Acepta rangos de temperatura desde 24 a 32 °C.
Altitud	Puede crecer bien desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm
Suelos	Puede tolerar suelos arcillosos aunque prefiere y crece mejor en suelos francos y franco arenosos; no tolera encharcamientos por períodos prolongados, por lo que se recomiendan suelos bien drenados.
pH	Posee un amplio rango de pH (4.5 a 8), aunque crece mejor en suelos neutros o casi neutros.

Como se puede observar, es una planta resistente a la sequía, aunque con tendencia a perder parte de las hojas en periodos de fuerte estrés hídrico; se beneficia de algún riego esporádico, así como de algún pequeño aporte de fertilizante ya que no es un árbol fijador de nitrógeno, aunque su biomasa es

rica en este elemento. No alcanza gran altura, hasta unos 10 - 12 metros. La copa es poco densa, de forma abierta. El sistema radicular es muy poderoso, a ello se debe, en parte, su resistencia a la sequía.

Composición química y valor nutritivo del marango. En su composición química sobresale el contenido proteínico, las hojas contienen entre 20 y 28% de proteínas en base seca. El producto de la extracción de la proteína de las hojas puede ser usado como concentrado para alimentación humana y/o animal.

Cuadro 12 . Análisi químico proximal de hojas y tallos de marango (M. oleifera)

Composición (%)	Hojas	Tallos
Materia seca	21	15
Proteína	23	9
Fibra bruta	3.9	13.8
Cenizas	6.5	11.9
Grasa bruta	5.4	--
Extracto libre de N	48.7	--

El follaje de marango tiene cualidades nutritivas sobresalientes, consideradas entre las mejores de todos los vegetales perennes, de allí su uso tanto en alimentación humana como en animales; poseen cantidades significativas de calcio, hierro y fósforo, así como vitaminas A y C. La composición de aminoácidos de su proteína es deficiente en aminoácidos azufrados (metionina) y en glicina y triptófano.

Los arboles de Moringa se han utilizado para combatir la malnutrición, especialmente entre los niños y las madres lactantes, por lo que se ha ganado el calificativo de “alimento natural de los trópicos.” Sus hojas se pueden comer frescas, cocidas o almacenadas secas en forma de harina durante muchos meses sin requerir refrigeración, y al parecer sin pérdida de valor nutritivo. Es especialmente prometedor como una fuente de alimento en las zonas secas, debido a que el árbol posee la mayoría de sus hojas completas en la temporada seca, cuando otros alimentos suelen ser escasos y la seguridad alimentaria puede verse amenazada por períodos de sequía; por tanto puede ser uno de los escasos vegetales disponibles.

Usos.

En la alimentación humana. Su principal aporte es la cantidad de proteína que posee su follaje que oscila entre 20 y 25%; este contenido proteico es similar al del huevo o el doble que la leche, cuatro veces la cantidad de vitamina A de las zanahorias, cuatro veces la cantidad de calcio de la leche, siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas, tres veces más potasio que los plátanos y bananos, cantidades significativas de hierro, fósforo y otros elementos (Cuadro 13) y, algo muy importante: sus hojas son de sabor agradable y pueden consumirse frescas o preparadas de diferentes maneras; a esto hay que agregar que los frutos verdes, las semillas y las raíces también son comestibles. Como puede verse, es un alimento casi completo.

Cuadro 13. Contenido de nutrientes del marango en comparación con otros alimentos (por cada 100 gr de parte comestible)

Alimento	Vitamina A (mcg)	Vitamina C (mg)	Calcio (mg)	Potasio (mg)
Zanahoria	315			
Naranja		30		
Leche de vaca			120	
Banano				88
Marango	1130	220	440	259

Todas las partes de la planta son comestibles: los frutos o vainas en estado verde o inmaduros, se consumen cocidos, teniendo un sabor muy similar al de nuestros conocidos “frijolitos verdes”; las semillas de las vainas ya maduras, se sumergen en agua hirviendo, con un poco de sal, por algunos minutos, luego se abre la vaina y se extraen las semillas ya listas para comer; las hojas tiernas crudas se pueden consumir en ensaladas teniendo un sabor ligeramente picante muy parecido al del rábano. Las raíces de los árboles muy jóvenes cuando aún están en el vivero, de unos 15 cm de altura, son tuberosas, con una raíz principal muy gruesa, parecida a una zanahoria, con un sabor picante, parecido al del rábano.

Industrialización.

- Elaboración de “té de moringa”. Las hojas deshidratadas y molidas, utilizando técnicas para conservar su color verde, tienen actualmente una alta demanda en la industria de alimentos para la elaboración de “té de moringa”, de gran demanda entre los consumidores de productos naturales (ya existe una planta procesadora de té de marango en Nicaragua).
- Obtención de aceite. La semilla de marango contiene un 35 % de aceite de alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73 % de ácido oleico, muy similar al aceite de oliva. No se enrancia y se puede emplear en la cocina o como aderezo para ensaladas.
- El mismo aceite puede utilizarse en lubricación de mecanismos y en el área de fabricación de jabones, productos de cuidado del cabello y cosmetología.
- Fuente de hormonas promotoras de crecimiento vegetal: el extracto de hojas y tallos jóvenes se utiliza como fuente de hormonas aceleradoras de crecimiento vegetal gracias a su contenido de zeatina, una hormona vegetal del grupo de las citoquininas. Este factor de crecimiento es muy usado en producción de plantas ornamentales y en horticultura.
- Como fertilizante. En el proceso de obtención de aceite, se obtiene un subproducto llamado torta de moringa, el cual es un buen fertilizante rico en nitrógeno, ideal para usarse en cultivos orgánicos.
- La harina de sus hojas, en forma de pellets, se usa como componente de raciones en cerdos, aves, conejos y peces.

Otros usos del marango. Tiene múltiples usos en el campo:

- En sistemas agroforestales como el de “cultivos en callejones”, gracias a ciertas características de la planta como su sistema radicular vertical y profundo con pocas raíces laterales que no compiten con el cultivo, su crecimiento vertical que produce poca sombra, su rápido desarrollo y aporte nada despreciable de biomasa rica en nitrógeno que enriquece el suelo.

- Siempre en sistemas agroforestales se utiliza como banco de proteínas debido a su aporte en este nutriente; se le utiliza en sus primeros estados de crecimiento, cuando la hoja posee un alto contenido proteico.
- Se puede utilizar como cerca viva o como cortina rompe-vientos; esto último cuando se siembra en agrupaciones, ya que el árbol solo es bastante susceptible a la acción del viento.
- En muchas partes se le usa como planta ornamental y formando cercos o setos.
- En alimentación animal: el forraje de las hojas de marango es muy apetecido tanto por rumiante como por monogástricos, incluyendo aves y peces, además de que es uno de los forrajes más completo desde el punto de vista nutricional, ya que sus hojas son muy ricas en proteína, vitaminas y minerales, son de alta digestibilidad y con una palatabilidad excelente.
- Es un árbol melífero con gran atracción para las abejas.
- Se ha usado mucho, sobre todo en África, como depurador de aguas con diversos tipos de turbidez, ya que sus semillas molidas son un floculante natural que actúa capturando partículas en suspensión en el agua y provocando que estas se agreguen entre sí y se precipiten al fondo. Como la eliminación de la turbidez va acompañada de la suspensión de las bacterias indicadoras de contaminación fecal, se estima que este tratamiento de las aguas domésticas es una tecnología de bajo costo y fácil manejo para potabilizar el agua y mejorar las condiciones sanitarias de las comunidades rurales. También se emplea en la clarificación de miel y del jugo de la caña de azúcar.

La versatilidad de esta planta se muestra en la Figura 16.

En cuanto a toxicidad de la planta, no se han encontrado factores anti-nutricionales en sus diferentes partes. Se sabe que las hojas tienen cantidades insignificantes de taninos (1.4%), concentración en la que no causan ningún efecto adverso, así como niveles insignificantes de saponinas (5%) que son relativamente inocuas ya que las hojas son consumidas por lo humanos sin ningún problema. No se han detectados glucósidos cianogénicos, ni actividad de inhibidores de tripsina, amilasa y lecitinas. Existen algunas citas en la literatura que relacionan a vacas lecheras alimentadas con marango, en el

sentido de que esta planta puede causar olor, color y sabor no característico de una leche normal; por eso es recomendable que el ordeño se realice al menos tres horas después que los animales hayan consumido marango y así, evitar cualquier contaminación con olores, colores o sabores extraños.

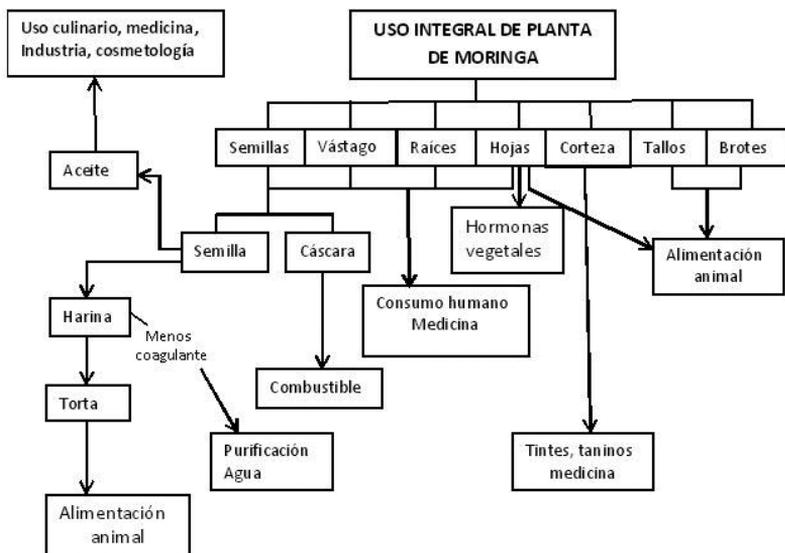
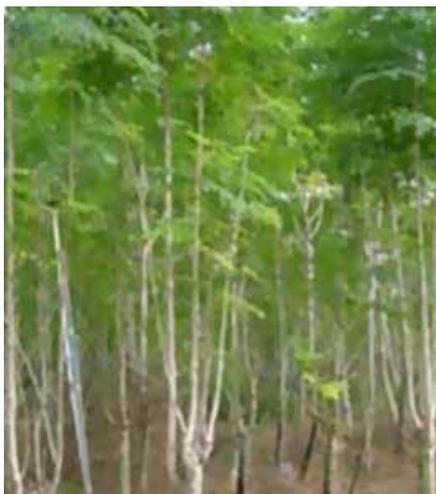


Figura 16. Uso integral de planta de Moringa (marango)

Usos medicinales. A la planta se le atribuyen múltiples propiedades farmacológicas, tales como antiescorbútics, antiinflamatorias, antimicrobianas, cicatrizantes, diuréticas, purgantes, estimulantes, expectorantes, febrífugas y abortivas. Veamos algunas:

- Como antibiótico: Se afirma que Moringa se utiliza como un tratamiento tópico para infecciones menores; entre ellos, que un extracto acuoso de las semillas es eficaz contra las bacterias que infectan la piel como el *Staphylococcus aureus*.
- En tratamientos de la piel como la curación de cortes, raspaduras, heridas y erupciones cutáneas.

- Diabetes: se menciona que un extracto de la hoja de moringa ha demostrado ser eficaz en la reducción de los niveles de azúcar en la sangre dentro de las 3 horas de la ingestión, aunque menos eficaz que el estándar de drogas hipoglucemiantes. El efecto aumenta con una dosis mayor.
- Anti-inflamatorio. La tradición oral de la India siempre cita a Moringa como un anti inflamatorio para su utilización en la curación de heridas o en inflamaciones crónicas.



Fotos 30 y 31: Plantación de marango (izq) y vainas de la misma planta (der).

En cuanto a las propiedades medicinales del marango y resto de cultivos acá mencionados, el autor opina que, al igual que muchos informes sobre el valor medicinal de un producto natural de cualquier planta que sea, hay un alarmante número de proveedores de productos de salud que los presentan como una panacea. Si bien gran parte de este reciente entusiasmo por los productos naturales, sean para alimentación o usos medicinales, parece estar justificado, es esencial separar las pruebas científicas rigurosas de la anécdota popular y, por tanto, tomar las precauciones debidas.

12

Cultivos agroindustriales propios de las zonas secas

La Sábila (Aloe vera, familia Liliaceae).

Origen. Es una planta nativa de la cuenca mediterránea, muy probablemente del norte de África o la parte alta del Nilo. La sábila o aloe es una de las plantas que ha sido utilizada por el hombre desde la antigüedad a tal grado que se le menciona con frecuencia en la Biblia. Los chinos fueron de los primeros en usarla y Dioscorides (siglo I d. C.) en su “herbolario griego” describe ampliamente las virtudes medicinales y cosméticas de esta planta maravillosa. Fue utilizada por grandes personajes de la antigüedad como Alejandro Magno y Cleopatra; el primero la utilizó para curar heridas y quemaduras de sus soldados obtenidas en batallas y la segunda, la utilizaba como ingrediente esencial en sus sesiones diarias de belleza. Documentos históricos de romanos, griegos, egipcios, hindúes, árabes y otros pueblos de la línea cálida de la Tierra, mencionan sus múltiples virtudes. Su uso familiar y casero se ha conservado a lo largo de generaciones, pero fue hasta a finales de la Segunda Guerra Mundial que se redescubrió el poder terapéutico de la sábila cuando se comprobó que, en Japón, los habitantes de Hiroshima y Nagasaki, afectados por las radiaciones de la bomba atómica, se recuperaron de sus quemaduras y heridas con el uso de la sábila, causando estupor y sorpresa, al ver que muchas de las quemaduras y cicatrices habían desaparecido casi por completo. Su introducción en el continente americano se debe a los españoles en tiempos de la conquista.

Agroecología. La sábila prefiere climas secos, aunque presenta un amplio rango de adaptación a diferentes condiciones ambientales; el Consejo Internacional del Aloe señala que se desarrolla generalmente en áreas 15° hacia el norte y el sur del Ecuador, no obstante, puede ser encontrado en un espectro climático mucho mayor. En el Cuadro 14 se resumen las condiciones agroecológicas requeridas por la sábila.

Cuadro 14. Requerimientos agroecológicos de la sábila (Aloe vera)

Precipitación	Preferentemente entre 400 a 800 mm promedio anuales, aunque produce en zonas de 200 mm/año, lo que demuestra que se adapta bien a zonas que padecen sequías pronunciadas y sobrevive bien en estas condiciones, aunque durante esta etapa su desarrollo es más lento o deja de crecer.
Temperatura	Se establece en zonas con T ^º entre 18 a 30°C y hasta 36°C.
Altitud	Se cultiva en alturas de 400 a 2000msnm, aunque se obtienen buenos rendimientos en alturas menores a los 400 m.
Suelos	Desde pedregosos y con pendientes pronunciadas, hasta suelos planos y ondulados; prefiere texturas livianas, franco-arenoso, franco, pero se adapta bien a suelos franco-arcillosos y arcillosos livianos. Prefiere un pH ligeramente ácido.

Se puede decir que la sábila posee dos enemigos naturales: el exceso de agua y temperaturas menores a 0°C, condiciones que no se presentan nunca en Nicaragua; debe evitarse su siembra en suelos inundados o pantanosos. Sí es una planta deseosa de su exposición a pleno sol.

Composición química.

La sábila está compuesta por:

Agua 6-10 %, Resina 40-80 %, Aloína 20 %, Enzimas, Proteínas, Vitaminas (B12, B6, B5, B, A y C), Aminoácidos: valina, metionina, fenilalanina, lisina y leucina, Oligoelementos (Manganeso, Calcio, Potasio, Sodio, Aluminio, Hierro, Zinc, Cobre, Plata, Cromo, Fósforo, Titanio y Germanio).

El Germanio es un componente muy especial que se encuentra en grandes cantidades en todas aquellas plantas consideradas “milagrosas”, por sus beneficios y efectos para la salud. Igual que el Ginseng y las setas u hongos Shitake, la sábila posee una buena proporción de Germanio.

Las hojas de sábila producen un jugo en forma de una masa semi-sólida de color muy oscuro y muy amargo, llamada acíbar. Contiene también aloemicina, de gran poder antiinflamatorio y analgésico, y aloeuricina, cuya propiedad es activar y fortalecer las células epiteliales, lo que la hace de mucha utilidad en las úlceras gástricas y estomacales. Posee además al polisacárido lignina, el glucomannan y otros glúcidos como pentosa, galactosa, y los ácidos urónicos que proporcionan una profunda limpieza de la piel, pues penetran en todas sus capas, eliminando bacterias y depósitos grasos que dificultan la exudación a través de los poros (30).

Usos e industrialización.

La sábila es uno de los pocos medicamentos de la herbolaria con amplio uso en nuestras sociedades occidentales. En los últimos decenios, pasó de tener usos y costumbres tradicionales en la medicina casera y naturista, a ser de amplio uso industrial debido a sus propiedades medicinales.

Las principales aplicaciones industriales son tres: la de alimentos, la farmacéutica y la cosmética:

En la industria alimenticia: se usa el gel de la sábila esencialmente en la formulación de bebidas para la salud, en la manufactura de yogurt, otras bebidas como el té saborizado y como complemento alimentario para diluir; se vende el gel bebible, se dice que es para rejuvenecimiento, para problemas intestinales; otra formulación sale al mercado como un jugo para atletas y deportistas.

La industria farmacéutica: es una de las que más cantidad consume de pulpa de sábila, así como la diversidad de productos que manufactura a partir de esa materia prima, desde preparaciones en gel, polvos, tabletas, cápsulas (para uso laxativo o para su uso en procesos de desintoxicación), ungüentos, cremas, lociones de aplicación tópica. Ha sido utilizada como tónico contra constipación, gota y artritis. Es frecuente encontrar productos para quemaduras, irritaciones y escoriaciones con la sábila como base.

En la industria cosmética: se incluye como ingrediente en una gran cantidad de productos gracias a su efecto emoliente, los productos van desde limpiadores faciales y cremas para rasurar hasta bio-peeling, loción facial, gel reactivado, cremas nutritivas e hidratantes, liposomas, bálsamos, etc. Además constituye la materia prima para la preparación de jabones, lociones, cremas y shampoo.

Gracias a sus requerimientos agroecológicos nada exigentes y a la gama de productos que de ella se derivan, la sábila presenta una buena oportunidad para incorporarla como un cultivo comercial en buena parte de las zonas secas de nuestro país y convertir terrenos yermos y subutilizados, en productores de una materia prima de gran demanda en los mercados internacionales, aunque también podría ser la base y plataforma para una industria alimentaria, farmacéutica o de cosmetología nacional, la que, aunque existente, es aun bastante artesanal.



Fotos 32 y 33. Cultivo sábila (izq) y hojas (pencas) recién cosechadas (der).

El Henequén (*Agave fourcroydes*, familia Agavaceae).

Origen. El henequén era una planta cultivada por los mayas desde antes de la llegada de los españoles; la trabajaban en Yucatán y Guatemala para la fabricación de hilos, cordeles y muchos utensilios de uso doméstico. Aún después de la conquista, los mayas continuaron con su explotación, especialmente para la fabricación de sogas y cordeles. Con el paso del tiempo, la producción fue creciendo, y los productos derivados del henequén comenzaron a venderse a lugares cada vez más lejanos y a diversos países, hasta la aparición de las fibras sintéticas cuando su comercialización y producción casi desaparecen. Hoy, con el uso de productos naturales y reconociéndose las propiedades físicas de su fibra, ha comenzado de nuevo a tomar auge.

Agroecología. El henequén es una planta xerófila de zonas áridas y secas (planta MAC o metabolismo del ácido crasuláceo), es de hábito perenne y puede llegar a vivir hasta 25 años y, de éstos, en los últimos 20 años tiene su etapa más productiva.

Precipitación. El henequén, igual que el resto de plantas xerófitas se adapta bien a los suelos con escasos contenidos de agua, debido a ciertas características propias como el presentar un número reducido de estomas, tallos y hojas gruesas, éstas últimas terminan en espinas y están cubiertas por una capa cerosa o cutícula espesa que evita la evaporación del agua almacenada. En la península de Yucatán, en México, en el área sembrada con henequén, el promedio anual de precipitación es de 750 mm, aunque se presentan temporadas de sequía con precipitaciones menores a los 450 mm anuales. Por lo tanto prefieren los climas cálidos, aunque se le ha visto crecer bien en zonas con una precipitación pluvial anual de 2000 mm. Parece ser que mientras más cálido es el clima más parece favorecer a este cultivo, ya que es una especie de regiones áridas incluso desérticas donde pueden crecer con poco o ningún cuidado. Otros aspecto de esta planta que favorece su resistencia a la sequía, es la particularidad de recolectar el agua de rocío (precipitación horizontal) o lluvia, la cual al formar gotas sobre las hojas, corre hacia abajo y es absorbida tanto por las raicillas como por los tejidos en la base de la planta. El henequén prefiere la luz solar directa por lo que deben evitarse cercas vivas que proporcionen sombra, a menos que estén alejadas de las filas de cultivo.

Temperatura. El henequén puede soportar temperaturas elevadas, debido a la capacidad que presenta de resistir la sequía; tolera temperaturas variadas desde los 10 a 40 °C y si las temperaturas fluctúan entre 27 y 32°C y no bajan de 16 °C, el cultivo encuentra condiciones adecuadas para su desarrollo. Las zonas de producción de fibras de henequén en Yucatán, México, acusan un promedio de temperaturas no inferior a los 30 °C, con un máximo absoluto de 40 °C, aunque admite un rango superior de temperaturas ya que su límite inferior puede llegar a 10 °C. Sin embargo su ritmo de crecimiento, se retarda por causas de bajas temperaturas, ya que el frío reduce la actividad meristemática. La humedad relativa que prefiere oscila alrededor del 70%.

Altitud. Se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 200 m de altura, aunque se le ha visto en sitios de hasta 450-500 msnm.

Suelos. Sobrevive con gran éxito en suelos secos, áridos y semiáridos de variada fertilidad y se adaptan a suelos rocosos y calcáreos. Esta planta, en especial en Yucatán de donde es originaria, se adapta en suelos cuya profundidad va de los 5 a 100 cm, es decir desde suelos muy superficiales hasta profundos, de drenaje superficial rápido a muy rápido y permeables, con infiltración rápida, de salinidad variada (desde bajas hasta altas concentraciones). La tolerancia de la planta al pH es también variado, ya que sobreviven en los suelos ácidos, ligeramente ácido y los ligeramente alcalinos. Aunque parezca contradictorio, los terrenos húmedos o ricos se consideran inadecuados para el cultivo del henequén, debido a que se obtiene un menor rendimiento de fibras, incluso puede provocar que se produzcan fibras débiles que soportan poca tensión.

Vientos. Es un factor a considerar en las condiciones climáticas ya que cuando es fuerte, puede ser perjudicial para el cultivo, debido a los destrozos que producen las espigas que poseen las hojas al golpearse unas con otras, causando desgarres.

Características de la fibra del henequén. Esta planta produce fibras de hebras gruesas, ásperas, resistentes, gomosas y de color blanco; se componen de hebras de 60-160 cm de largo por 1/8 a 1/2 mm de diámetro, angulares o casi cilíndricas y más gruesas en la base. Cada hebra consiste en un haz fibrovascular o de dos haces los que a su vez están compuestos de infinidad de células largas de tabiques gruesos, que presentan una longitud de 2-5 mm y de 10-30 micrones de diámetro. Cuando la hoja toma posición horizontal en

lugar de la perpendicular que tenía es porqué la firmeza de su fibra llega al máximo. La composición química de las fibras de henequén (“Handbook of textile fibres”) es la siguiente (29):

Cuadro 15. Composición química de las fibras del henequén.				
Celulosa	Humedad	Ceniza	Lignina y pectina	Estratos
77.6	4.6	1.1	3.1	3.6

Usos e industrialización.

El henequén es una planta textil de primer orden, sus fibras son objeto de una industria de bastante importancia en muchos países.

Como planta productora de fibra.

- Recientes investigaciones han demostrado que las fibras que se obtienen del henequén y comparándolas frente a las fibras sintéticas, las del henequén son más resistente, soportan mayor carga durante mayor tiempo y conservan mejor los productos que se transportan en costales o sacos hechos con esta fibra.
- Un uso muy importante de las fibras del henequén, es la fabricación de las jarcias o aparejos y cabos de las embarcaciones, ya que esta fibra es resistente al agua salada.
- Así mismo, se emplea para la elaboración de hamacas, cuerdas, sacos, cestos, alfombras, bolsas y prendas de vestir.
- Se usa para la confección de forros de cables, ya que es excelente por su flexibilidad, duración y por su resistencia al calor y a los insectos.
- La fibra del henequén también se utiliza para hacer hilos agrícolas para empacar y para engavillar.
- Otros usos de la fibra de henequén son los siguientes: para reforzar las placas de yeso, lo cual las hace más fuertes y resistentes.

- Proporcionan excelentes resultados en las correcciones sonoras de las habitaciones destinadas a la música.
- Mezclada con fibra de vidrio para paneles de relleno utilizable a escala mundial para la confección de viviendas de urgencia en caso de catástrofes naturales.
- Para recubrimiento de pisos, objetos de artesanía, cordeles de usos especiales recubiertos de plásticos

En medicina.

- Se le considera como una planta medicinal, ya que el jugo de las hojas sirve como antiséptico para curar heridas y llagas.

Otros usos de la planta de henequén.

- Los antiguos mayas de Yucatán elaboraban una bebida refrescante del jugo de las hojas, (actualmente la piña o tallo del henequén se puede usar para la elaboración de licores).
- Del tallo de la inflorescencia, llamada varejón, los mayas obtenían unas vigas que se pueden emplear en la construcción de las paredes de las casas típicas de la cultura maya.
- La planta viva se usa para cercas de protección alrededor de las casas y en la división de lotes o solares.
- También de su jugo se extrae la saponina o jabón vegetal, útil para lavar la ropa en agua salada y es, al mismo tiempo, un eficaz pegamento.
- El bagazo que se obtiene de la raspa de las hojas se emplea como forraje para el ganado cuando está verde y cuando seco se utiliza como abono para los cultivos.
- El jugo es utilizado como biodetergente y como emulsionante para combustibles.

Producción de fármacos.

- El principal producto para farmacología es la extracción de hecogenina, producto básico para diferentes fármacos de gran demanda mundial.

La hecogenina es un esteroide de la familia de los esteroides corticoides que se usan en la síntesis de hormonas esteroidales tales como: hidrocortisona, prednisolona y triamsinolona. Junto a la hecogenina se obtienen cantidades variables de Tigogenina, que es también una sapogenina esteroideal similar a la hecogenina.

Subproductos. Del henequén suelen extraerse algunos subproductos importantes. Algunos de ellos son:

- La pasta, para fabricación de papel.
- También se puede obtener alcohol a través de la fermentación del jugo de la pulpa, usado más tarde en la elaboración de licores.
- Otro subproducto obtenido es el resto de las hojas que se han cortado de la planta y que con el paso del tiempo se secan y adquieren un color rojo acaramelado o tonos más oscuros; los campesinos en las zonas productoras de henequén los emplean para artesanías, cepillos para lavar ropa y vajillas o como fuente de combustible natural.
- Producción de biogás el cual puede ser utilizado para el consumo doméstico o como fuente de energía en la planta desfibradora para generar electricidad como motor de gas y usarse en el proceso de secado de la fibra.
- Para alimentación de ganado, utilizando la pulpa procedente del desfibrado, aunque solo puede usarse para rumiantes dada la cantidad de fibra que posee; por su bajo valor nutritivo, se le usa más como relleno en las raciones.
- En la extracción de ceras para uso industrial; a cutícula de la hoja tiene hasta un 0.75 % de ceras en base a peso seco.

El henequén, presenta características que lo hacen un cultivo muy ventajoso respecto a otros más exigentes, ya que se puede cultivar en terrenos pedregosos, poco profundos, de baja fertilidad, cualidades no tolerados por otros cultivos; además, es una planta resistente a la sequía, a plagas y enfermedades y una vez establecido no requiere atenciones culturales exigentes, es decir, es un cultivo cuya producción es de bajo costo, además la cantidad de subproductos que de él

se obtienen permite que la planta pueda ser aprovechada integralmente lo que lo convierten en una planta muy útil. Es un cultivo que debería implementarse a nivel comercial en muchas áreas de las zonas secas de nuestro país.



Fotografías 34 y 35. Cultivo de henequén (izq) y secado de la fibra (der).

Jojoba (*Simmondsia chinensis*, familia *Simmondsiaceae*).

Origen. La jojoba es originaria del desierto de Sonora (Norte de México y Baja California), es una planta tipo arbustivo, bastante pequeña, de 0.60 a unos 3.00 m. de altura, es muy longeva, puede durar más de 50 años en producción. Actualmente se está cultivando en las zonas desérticas de varios países del mundo con la finalidad de obtener su aceite (desierto de Arizona en E.U., norte de México, Argentina e Israel). Se cultiva en menor escala en Chile, Australia e India.

Agroecología. El cultivo de la jojoba es de fácil manejo, ya que no requiere labores muy intensas y es una planta que poco la afectan los insectos y organismos patógenos.

Precipitación. Es una planta xerófila, sus hojas están cubiertas de una cutícula gruesa con un tejido especial de alto contenido de compuestos fenólicos. Es propia de zonas desérticas, requiere solo de una pluviosidad entre 200 y 500 mm de agua, por lo que es resistente a las sequías (también a suelos salinos).

Temperatura. Siendo originaria de climas desérticos, soporta elevadas temperaturas.

Altitud. Crece desde el nivel del mar hasta los 1300 m.s.n.m.

Suelos. Este es un cultivo adaptado a crecer, desarrollarse y producir en terrenos completamente secos y marginales, donde no se adaptarían la mayoría de cultivos convencionales.

El fenómeno de “vernalización en la jojoba”. Las tierras áridas y secas de las zonas tropicales, tenían hasta hace poco tiempo un inconveniente en la producción de jojoba, ya que esta planta requiere de la ocurrencia de un fenómeno natural que se conoce como “vernalización”, que consiste en que la jojoba demanda de ciertas cantidades de horas de temperaturas frías, para que haya floración. En los trópicos la temperatura no baja a un grado que permita la vernalización, ni mucho menos la cantidad de horas frías que se requiere. Sin embargo en los últimos años, se han logrado variedades adaptadas a los trópicos las cuales no requieren de este fenómeno de vernalización. Estas variedades tienen la ventaja, que en vez de producir una cosecha al año, pueden producir dos cosechas. Otra forma de superar las bajas temperaturas en los trópicos para que ocurra la vernalización, es el uso de ácido giberélico, el cual sustituye al frío, estimulando la floración y logrando salvar la producción. Debido a que el uso de la jojoba es cada vez mayor, actualmente existen variedades de excelentes características agronómicas y alto rendimiento.

Usos e industrialización. La jojoba se cultiva para la obtención del aceite que contienen sus semillas, que por cierto es alto, 40 a 60%, cifra igual o superior a muchos cultivos oleaginosos. Técnicamente lo que produce la jojoba es una cera líquida y no propiamente aceite. Es la única fuente vegetal de la cual se obtiene este producto, el cual al ser analizado presenta ésteres no glicérido de cadena recta, cada uno de ellos de 20 a 22 átomos de carbono y una doble ligadura, es por esta razón que se considera una cera.

Usos

En la industria de lubricantes: se utiliza en la elaboración de lubricantes, que soportan altas temperaturas y fuertes presiones, sin perder la viscosidad, tales como aceite para transmisiones automáticas, aceite para el hidráulico de tractores y todo tipo de maquinarias pesadas. Se emplea también en la fabricación de lubricantes para maquinaria de alta precisión y aparatos especiales, resinas, plastificantes, barnices, suavizadores de fibras, aditivos, retardador de la evaporación del agua, inhibidores de corrosión. El aceite de

jojoba sulfurado y halogenado, como lubricante por sus características de presión extremas, resulta importante en la reducción del desgaste en partes móviles.

En la industria de cosméticos. Siendo un producto totalmente natural, el aceite o cera líquida de jojoba no produce ningún efecto tóxico ni irritante a los ojos o piel, y no muestra reacción alérgica al contacto de cualquier parte del cuerpo. Al contrario, aumenta la elasticidad y flexibilidad de la piel, y refuerza los procesos de regeneración celular de la misma. Igualmente se usa como componente principal de productos de belleza como lápices labiales, maquillaje y esmaltes y de productos para el cuidado personal como shampoo, aceites capilares, cremas faciales, lociones, etc.; también se usa para el cuidado del pelo y cuero cabelludo. La cualidad que posee de que no deja una sensación grasosa cuando se usa, hace que tenga una gran demanda en cosmetología. También se usa como saponífero en la elaboración de jabones.

En medicina. La jojoba contiene propiedades medicinales, tal como el monoglucósido llamado “simmondsina”, capaz de inhibir el apetito. La cera de jojoba se usa en la fabricación de la penicilina, en la que aporta mejores resultados, logrando un incremento de 10 por ciento y 20 % en el rendimiento, al actuar como agente antiespumante y estabilizador. Posee acción inhibidora en el bacilo de la tuberculosis. Reduce las secreciones de las glándulas sebáceas en el acné, sirve para curar la retención de orina, facilitar partos, curar heridas, ayuda en problemas estomacales. Mezclándola con parafina, polietileno y polipropileno, se obtienen una gran variedad de ceras con características parecidas a la cera de abeja.

En alimentación animal. Una vez que la semilla es procesada para la obtención de aceite, el residuo sobrante, llamado comúnmente harina de jojoba, se utiliza en alimentación animal gracias a su contenido de proteínas.

Planta melífera. Algo importante para las zonas secas, es que es una planta melífera, dando lugar a la industria apícola.

Otros usos. Se usa como transportador en la preparación de plaguicidas y desinfectantes.

El área de zonas secas avanza a medida que, a la par, avanzan la deforestación, las malas prácticas agronómicas y las sequías cada vez más frecuentes y prolongadas debido al CC. Por tanto es imperante la necesidad

de poner freno a ese avance con cultivos que puedan remplazar a los cultivos anuales tradicionales por especies perennes que, además de ser capaces de producir y asegurar rentabilidad bajo condiciones secas y áridas, mantengan el suelo cubierto y arraigado por medio de un sistema radicular de plantas que se adapten a las condiciones de sequía, que son zonas altamente sensibles a la erosión. La jojoba, al ser un cultivo permanente, disminuye los riesgos de erosión por asegurar una cobertura vegetal del suelo y no requerir de labores agrícolas varias veces al año, excepto para el establecimiento del cultivo. Por aparte, el cultivo de la jojoba permite obtener una buena rentabilidad al compararlo con otras actividades agrícolas desarrolladas en las zonas secas.



Fotos 36 y 37. Plantío de Jojoba, nótese el suelo pobre y con muchas rocas en la superficie (izq) y frutos de jojoba en proceso de maduración (der).

NOPAL VERDURA (*Opuntia ficus indica*, familia Cactáceae)

Origen. El nopal es una planta perenne perteneciente a la familia de las Cactáceas, originaria de México y el Caribe. Debido a su gran variabilidad genética se le encuentra en muchas zonas desérticas de Estados Unidos, México y Suramérica. En los últimos años del siglo XX, surgió el interés por el nopal como fuente alimenticia y de salud, de manera que en ultimamente se ha incrementado su consumo.

Agroecología. La gran adaptación que el nopal presenta a las condiciones de zonas secas, áridas y desérticas se debe a que es una planta MAC (Metabolismo del Ácido Crasuláceo), esto significa que cierra sus estomas por el día y los abre por la noche, evitando la pérdida de agua por transpiración; presenta

además, ciertas características morfológicas y fisiológicas adaptadas a la escasa disponibilidad de agua, a las variaciones extremas de la temperatura y en general, a las condiciones de las zonas secas, áridas y desérticas. Entre las adaptaciones que le permiten almacenar y conservar el agua en sus tejidos tenemos: su suculencia debida a un gran desarrollo de los parénquimas que le permite acumular grandes cantidades de agua en sus células; la elaboración de mucílagos y sustancias higroscópicas a partir de ácidos orgánicos; no posee hojas ya que su superficie foliar ha sido transformada en la planta adulta en espinas y los llamados cladodios o nopalitos, que tienen forma aplanada, como raquetas, siendo los cuerpos más eficientes para evitar la evapotranspiración; la savia viscosa que produce cierra rápidamente las heridas de la planta; por último, el ser una planta MAC. Los Nopales silvestres desarrollan más cantidad de espinas puesto que este es su medio de supervivencia, mientras que los cultivados son especies mejoradas con muy pocas espinas.

Precipitación. Debido a su resistencia a la sequía, se le ha visto desarrollar con precipitaciones desde 150 mm, aunque prospera con precipitaciones hasta de 1800 mm promedio anuales.

Temperatura. Lo ideal es desde 16°C, a los 28°C, aunque soporta temperaturas de 40°C.

Altitud. La altitud para un buen desarrollo es de 800- 1800 msnm, aunque se presenta desde el nivel del mar hasta más de 2000 metros de altura.

Suelos. Los nopales se desarrollan tanto en suelos originados a partir de rocas ígneas como en suelos volcánicos pero prosperan bien en los calcáreos; aceptan texturas de franco-arenosa hasta franco-arcillosa y arcillosa liviana, con un pH desde ligeramente ácido a alcalino (6.5 a 8.5); un suelo con una buena fertilidad natural y profundidad de por lo menos de 30 cm, aseguran plantas vigorosas (en Yucatán hay plantíos comerciales en suelos con 10 cm de profundidad).

En cuanto a topografía, el nopal se adapta a laderas, lomas, terrenos planos u ondulados; requisito que deben cumplir es que estén expuestos al sol durante la mayor parte del día.

Valor nutritivo del nopal verdura. Cabe resaltar que la parte comestible del nopal son los rebrotes tiernos, mismos que pueden ser aprovechados desde los 8 ó 10 días de haber brotado (nopalitos). Se debe ir cortando nopales tiernos

o nopalitos de la planta madre, hasta que alcancen el tamaño de consumo sin dejar que la planta madre se ramifique o se haga fibrosa (dura), esto es por la alta densidad con la que se plantan. Desde un inicio hay que señalar que los nopalitos no constituyen en sí un alimento completo, sin embargo, pueden formar parte, al igual que otras verduras, del alimento cotidiano de muchas familias de escasos recursos, sobre todo en las zonas secas del país, logrando proporcionar algunos elementos nutritivos necesarios de la dieta, que tanta falta hacen. A continuación se presenta el contenido nutricional del nopal fresco (nopalitos).

En su composición química, el nopal se destaca por su alto contenido de agua (entre 90-95 %). Entre los minerales que contiene, los principales son el calcio y el potasio además de magnesio, sílice, sodio y pequeñas cantidades de hierro, aluminio, y magnesio; contiene también, en varias proporciones, diferentes glúcidos o carbohidratos y componentes nitrogenados, pero de poca importancia desde el punto de vista alimenticio.

Cuadro 16. Contenido de nutrientes en 100 gr de peso neto de nopalitos frescos.

Concepto	Contenido
Porción comestible	78.00
Energía (Kcal)	27.00
Proteína (gr)	1.70
Grasa (gr)	0.30
Carbohidratos (gr)	5.60
Calcio (mg)	93.00
Hierro (mg)	1.60
Tiamina (mg)	0.03
Roboflavina (mg)	0.06
Niacina (mg)	0.03
Acido ascórbico (mg)	8.00

Fuente: Ríos y Quintana (33).

Usos

Como alimento. El nopal verdura es destinado principalmente al consumo humano, ya sea en fresco, como ensaladas, pero en México, donde tiene una gran demanda, la mayoría de las personas los prefieren cocidos, en forma de diferentes platillos, combinados con otros alimentos, como huevos, chile, camarones, etc., en salsas, o bien envasados en salmuera, vinagre o como mermelada. Como alimento, tiene una gran aceptación por su costo y por otras propiedades como su fácil digestibilidad por el organismo humano. Recientemente se ha popularizado mucho el consumo del nopal licuado, combinado con algún jugo de frutas. Sin embargo, para algunas personas resulta un poco molesta la sensación que causa el mucílago que desprende el nopal. Por ello se usa el polvo o harina de nopal que no es otra cosa que nopal deshidratado y molido, que ha venido a ser una solución tanto para el inconveniente del mucílago como para su uso en panadería (panes, galletas), y en la elaboración de una gama más amplia de productos tales como dulces, tostadas, tortillas, etc. Debido a su alto contenido de agua, su deshidratación demanda mucha energía, aunque en el campo eso puede hacerse al sol. En el Cuadro 17 se presenta el AQP de la harina de nopal.

En medicina.

- **Trastornos digestivos.** En años recientes se inició la comercialización de fibra deshidratada de nopal como auxiliar en trastornos digestivos; en este aspecto, la pulpa deshidratada del nopal proporciona un material fibroso cuya función medicinal se basa, como cualquier otra fibra natural, en favorecer el proceso digestivo, reduciendo el riesgo de problemas gastrointestinales y ayudando en los tratamientos contra la obesidad. Adicionalmente, la fibra disminuye el nivel de lipoproteínas de baja densidad (que son las que se acumulan en las arterias causando problemas de arterioesclerosis). También disminuye el colesterol en la sangre al interferir en la absorción de grasas que realizan los intestinos.
- **Hipoglucemiante.** Por otra parte estudios recientes demostraron las características del nopal como hipoglucemiante o controlador de los niveles excesivos de azúcar en el cuerpo. El análisis de la composición química de un extracto antidiabético de *Opuntia ficus-indica* reveló

que consistía de azúcares reductores, principalmente glucosa. Esto es sorprendente debido a que la glucosa está estrechamente asociada con esa enfermedad. Trabajos recientes indican que el factor antidiabético activo en cactáceas, y otras xerófitas, es un compuesto que presenta características y propiedades de una saponina. Los estudios realizados en México han mostrado que la administración en ayunas de cladodios de nopal a individuos sanos y a diabéticos causa disminución de glucosa. En los primeros produjo menor elevación de glucosa y de la insulina sanguínea. No ha sido posible determinar el principio activo del nopal que tiene acción sobre el metabolismo de los glúcidos, aunque la reducción de glucosa e insulina observada en estos estudios ha llevado a sospechar que existe una mayor sensibilidad a la insulina inducida por la ingestión del nopal. Se cree que la función del nopal sobre la glucosa se debe a que contiene una sustancia identificada como polisacáridos aislados que secuestran las moléculas de glucosa, de tal modo que la insulina si es mínima, sea suficiente para regular los niveles de azúcar (32).

- Otros usos que se le han dado al nopal fresco es la elaboración de productos de belleza como shampoo, cremas, jabones, cuya demanda ha aumentado considerablemente gracias a los requerimientos de productos naturales.

Cuadro 17. Análisis químico proximal de la harina de nopal.

Determinación	% en base seca
Humedad	5.63
Materia seca	94.37
Proteína	7.53
Extracto etéreo	2.04
Fibra cruda	10.67
Cenizas	24.07
ELN	50.06
Fibra dietética total	40.00

Fuente: Ríos y Quintana (33)

Como alimento para el ganado. La planta de nopal es una buena fuente de alimentación animal, ya que puede ser consumida por cerdos y rumiantes, aunque son estos últimos lo que mejor la aprovechan. En México, existen plantíos muy extensos de nopal cuyo objetivo es específicamente, para alimentación del ganado.

Considerando su alto grado de adaptación a las zonas secas, lo sencillo de su cultivo y sus características nutricionales, el nopal verdura representa una alternativa alimenticia viable ante la escasez de alimentos en esos sitios durante la época de sequías prolongadas. Así mismo, su cultivo puede convertirse en una fuente de abastecimiento de materia prima para productos medicinales. Representa también una salida para estas zonas, donde se tienen problemas por bajos rendimientos debido al empobrecimiento paulatino de los suelos, o a la deficiencia de agua para los cultivos tradicionales, siendo este el caso de diversas zonas secas de Nicaragua. Su uso para el ganado en las épocas secas no debe descartarse, sean vacunos o ganado menor.



Fotografías 38 y 39. Cultivo de nopal verdura en una zona seca (izq) y recolección de nopalitos (der).



Fotografía 40. Cultivo de nopal verdura en un lomerío de una zona seca.

El tempate (*Jatropha curcas*, familia Euphorbiaceae).

Origen. Es originaria de México y Centroamérica, pero crece en la mayoría de los países tropicales. Se la cultiva en Centroamérica, Sudamérica, Sureste de Asia, India y África.

Agroecología. Es una planta perenne, cuyo ciclo productivo se extiende de 30 a 50 años, de crecimiento rápido y con una altura normal de 2 a 3 m. Se la cultiva para extraer el aceite que contienen sus semillas (30 a 40% de aceite), el cual es el mejor aceite vegetal para sustituir al diesel.

Precipitación. Es una planta que se adapta bien a condiciones climáticas secas y áridas ya que su requerimiento de agua es sumamente bajo pudiendo soportar períodos largos de sequía. Con precipitaciones pluviales mínimas, comparadas con otros cultivos, de 250 mm anuales crece y se desarrolla bien; lo mismo ocurre si la precipitación es mucho más elevada (hasta 3.000 mm).

Temperatura. Resiste normalmente el calor y crece bien con temperaturas superiores a los 20°C.

Altitud. Crece en todo tipo de altitud, desde el nivel del mar hasta 1200 msnm, aunque la mejor condición es entre 600 a 800 msnm.

Suelos. El tempate crece casi en cualquier terreno: en suelos pedregosos y de baja fertilidad, en tierras con abundante cascajo, inclusive puede crecer en las hendeduras de rocas y en terrenos arenosos y salinos, aunque es susceptible a suelos anegados; responde bien en suelos bien drenados y aireados, lo mismo que a rangos de pH amplios, arriba y bajo del neutro. Debido a estas cualidades de adaptación es usada para combatir la desertificación y rehabilitar tierras degradadas.

Las **ventajas** que presenta esta especie son muchas, como veremos a continuación:

- Posee una gran capacidad de adaptación, crece donde otros cultivos convencionales no prosperan.
- Es una planta perenne con una vida útil de 30 a 50 años, lo que permite un mayor aprovechamiento del suelo, de recursos y de los productos

obtenidos mediante su explotación agroindustrial. Es la única planta oleaginosa cuyo ciclo productivo se extiende por más de 40 años.

- Se reproduce fácilmente por medio de estacas, pero puede propagarse también por semillas. Su capacidad de reproducción vegetativa y el desarrollo que alcanza en su madurez (3 a 5 metros de altura) indican que sería un excelente protector de suelos y aguas.
- La implementación de su cultivo impulsaría la generación de empleos en el área rural.
- Su característica de cultivo perenne lo pone en ventaja sobre otros cultivos anuales, incluso sobre la colza cuyo cultivo se ha implementado en Europa con fines energéticos, pero es un cultivo anual.
- Experiencias en otros países han determinado que se puede hacer una primera cosecha de hasta 250 kg/ha en los primeros 6 - 8 meses de crecimiento de la planta. La verdadera cosecha comercial se da luego del primer año de crecimiento y la producción se estabiliza cuando la planta tiene 4 años, obteniéndose de 1500 kg a 2000 kg/ha en terrenos áridos o secos (esta producción de cosecha se duplica de 3000 kg a 4000 kg/ha con el agregado de irrigación a la plantación).
- En muchas zonas de otros países el tempate se ha utilizado en sistemas integrales para el desarrollo rural, ya sea vendiendo las semillas para extraer su aceite, o produciendo con su aceite biodiesel y jabón, o como fertilizante orgánico con el subproducto de la extracción de aceite. Así mismo, su cultivo controla la erosión en suelos con elevada pendiente.
- Entre cada hilera de plantación se puede realizar otro cultivo, adaptable a zonas secas.

Hay que advertir que el tempate es una planta tóxica, ya que el género *Jatropha* contiene alcaloides, sapogeninas, taninos, esteroides, toxoalbúminas, compuestos cianogénicos, entre otros.

Propiedades químicas del aceite de tempate.

El tempate es una oleaginosa con gran potencial para producir aceites vegetales como posibles sustitutos del diesel; esta planta, de la familia de las Euphorbiáceas, que muchas veces crece silvestre, en nuestro país ha sido estudiada con detalle para la producción de bio-diesel y aunque la idea de que puede sustituir al diesel no es nueva ya que en varios países (Madagascar, Tailandia, India, Malí, Cabo Verde) se han hecho ensayos con el mismo fin, es necesario enfatizar en el potencial del tempate, porque a corto plazo podría representar una alternativa energética viable para el país (4).

El aceite que produce el tempate, luego de ser transformado en un éster metílico, se ha usado como sustituto del diesel con resultados satisfactorios. En ensayos realizados en Austria con el éster metílico de aceite de tempate, se ha demostrado que los vehículos livianos y pesados equipados con motores diesel trabajan eficientemente, presentando la ventaja de que sus residuos son menos contaminantes del medio ambiente.

Para que el aceite pueda usarse en maquinarias, tiene que pasar por un proceso de trans-esterificación. A manera de ejemplo ilustrativo de la transformación del aceite de tempate: la trans-esterificación del aceite da lugar al éster metílico del aceite de tempate (EMAT), el cual tiene una viscosidad, una masa molecular y un punto de inflamación menor que el aceite puro de tempate; estas cualidades le confieren características como para ser un buen sustituto del diesel. En el Cuadro 18 se muestran las normas vigentes que debe cumplir un éster para que sea considerado como combustible.

Cuadro 18 . Normas vigentes que debe cumplir un combustible éster.	
Norma	Parámetro
Contenido de éster, %	mayor de 99
Densidad a 30°C, g/ml	0.8 mínimo
Punto de inflamación, °C	55 mínimo
Contenido de azufra, %	0.55 máximo
Viscosidad cinemática 30°C, est.	5 aproximadamente
Acidez, mg KOH/g	0.5 máximo
Contenido de cenizas, %	0.02 máximo
Glicerol total, %	0.1 máximo

Fuente: Bendaña (4)

El éster metílico de aceite de tempate (y de cualquier otro aceite vegetal) es en si una combinación de ésteres de los diferentes ácidos grasos contenidos en el aceite. En el Cuadro 19 se presentan las propiedades del aceite crudo de tempate, comparándolas con el éster metílico de aceite de tempate (EMAT) y de aceite de colza (EMAC), y con las propiedades del diesel; también se muestran las normas requeridas para el éster metílico para aceites vegetales en general (NEMAV).

Cuadro 19. Propiedades físico-químicas de aceite de tempate crudo, EMAT, diesel, EMAC Y NEMAV.					
Propiedades	Aceite crudo de tempate	EMAT	DIESEL	EMAC	NEMAV
Densidad 32°C, g/ml	0.91	0.88	0.85	0.89	0.86-0.90
P. inflamación, °C	240	192	55	-	55
Viscosidad cinemática, m. cuadrado/seg a 32°C	75.7	7.7	2.8	-	6.5-9.0
Nº de cetanos	51	49.9	47.5	49.9	49 mínimo
Poder calorífico Kj/Kg	39.6	41	45	37.7	-

Fuente: Bendaña (4)

Elaboración de jabón a partir del aceite de tempate. El uso del jabón es una práctica cotidiana generalizada a nivel mundial, tanto que su consumo ha ido creciendo hasta llegar a cubrir a todos los habitantes del planeta, pasando de ser un lujo a una diaria necesidad. Básicamente la elaboración de jabones se produce gracias a la reacción química de dos componentes que son los triglicéridos y un álcali, generalmente hidróxido de sodio o de potasio; a esta reacción se la denomina “saponificación”. Se diferencian 2 posibles tipos de jabones que se pueden elaborar a partir de la materia prima del tempate: el jabón doméstico y el jabón industrial. El jabón doméstico debe tener un color y olor muy agradables y se tiene que mezclar con otro aceite, tal como el aceite de higuera; el jabón industrial proviene de la glicerina cruda (subproducto del biodiesel) ya que es difícil que obtenga un buen color y olor y de ella se fabrica un jabón líquido (con hidróxido de potasio) altamente desengrasante.



Fotografía 41. Planta adulta de tempate



Fotografía 42. Frutos de tempate

Subproductos. En el proceso de producción del éster metílico de aceite de tempate se obtienen los siguientes subproductos: torta del prensado, que puede usarse como abono orgánico, en la producción de biogás a través de la digestión anaeróbica o en la preparación de concentrados para alimentación animal, pero esto último después de un proceso de detoxificación. Otro subproducto es la glicerina (mencionada antes en la elaboración de jabones) proveniente de la reacción de trans-esterificación, con una pureza de aproximadamente 50%, la que puede ser purificada hasta un 90% para su uso en la industria farmacéutica, en tabacaleras, etc.

Grandes extensiones de tierra ubicadas en las zonas secas de Nicaragua, hasta ahora sub-utilizadas, podrían ser cultivadas con tempate, creando puestos de trabajo y beneficios a regiones con pocos recursos. Es una especie de uso potencial en áreas deforestadas, constituyendo una excelente alternativa en suelos marginales, ociosos y agotados, con una vida útil de 30-50 años. Se considera que el tempate es un cultivo social ya que se pueden generar pequeñas plantaciones de 3 a 5 ha, manejadas por una familia como técnica de autogestión de empleo y aunque aún no se ha demostrado la factibilidad técnica y económica de producción de biocombustibles a pequeña escala, esto último no debe descartarse ya que actualmente existe tecnología a base de

maquinarias pequeñas para elaborar biodiesel para el autoabastecimiento de explotaciones agrícolas que utilizan mucha maquinaria agrícola, un mercado nada despreciable en nuestro país. No obstante, el tempate ofrece la oportunidad de desarrollar otras agroindustrias rurales, entre ellas la producción de jabones a partir del aceite de esta planta, área en la que sí hay experiencias positivas en nuestro país. Recordemos que el mercado de los biocombustibles está ligado directamente al precio fluctuante del petróleo, mientras que los jabones, de demanda casi diaria y con posibilidades altas de exportación, si tanto su elaboración como la materia prima que se utiliza son con la modalidad orgánica, su fabricación y comercialización puede resultar económicamente más estable que la de los biocombustibles.

LOS SORGOS DULCES. (*Sorghum bicolor*, familia Gramineae).

Origen. Como se mencionó anteriormente, lo más probable es que los sorgos sean originarios de África Central.

Agroecología.

El sorgo dulce es una especie C4, caracterizada por una alta eficiencia fotosintética, de días cortos, y amplia adaptación. Igual que los sorgos graníferos, los sorgos dulces están adaptados para crecer en zonas secas con poca precipitación y altas temperaturas, se adaptan bien a terrenos pobres y requieren de poca agua, lo que los hace ideal para sembrarlos en tierras que no son atractivas para muchos otros cultivos. Comparado con maíz y caña de azúcar, el sorgo, a igual superficie cultivada, consume dos veces menos agua que el primero, con un valor nutritivo similar, y de cuatro a seis veces menos que la segunda. Si la sequía es muy acentuada, la planta disminuye o suspende su crecimiento, pero no se marchita y comenzará a crecer nuevamente cuando las condiciones mejoran Aunque la planta tolera la sequía relativamente bien, debido a su alta eficiencia en el uso del agua, responde adecuadamente a la fertilidad y a la humedad del suelo, con un mayor desarrollo y producción.

Características de los sorgos dulces. Se diferencian tanto de los sorgos para grano y de los sorgos forrajeros en que casi todos los carbohidratos sintetizados durante el proceso de fotosíntesis, son transformados a azúcares y almacenados en el tallo, aunque la panoja y hojas también poseen azúcares

pero en mucha menor cantidad (ver Fotografía 43); los azúcares solubles presentes en la planta de sorgo dulce son principalmente sacarosa y pocas cantidades de glucosa y fructosa. Debido a su intensa actividad fotosintética, producen gran cantidad de biomasa en forma de tallos frondosos de hasta 3-4 metros de altura que constituyen un excelente forraje; los granos de la panoja se pueden utilizar en la alimentación de aves de corral y cerdos. Gracias a la característica de su alta composición en azúcares, su contenido energético es similar al de la caña de azúcar.

Cuadro 20. Diferenciación en la composición de los sorgos.

Tipo de sorgo	Composición del grano	Composición del tallo	Composición del bagazo	Toda la planta
De grano	Almidón	Celulosa y lignina	-	-
Dulce	Almidón	Sólidos solubles	Celulosa y lignina	-
Forrajero (alto tonelaje)	-	-	-	Celulosa y lignina
Escobero		Celulosa y lignina		Celulosa y lignina

Ventajas del cultivo del sorgo dulce.

Este cultivo presenta muchas ventajas, las cuales deben ser aprovechadas en áreas en que no prosperan o no lo hacen bien otros cultivos, tal como ocurre en las zonas secas:

- Es un cultivo multi-propósito: produce mieles para diferentes usos incluyendo bio-etanol, granos para alimentación de animales, forraje para ganado y bagazo para combustible, papel, construcciones, etc. (ver Figura 14).
- Tiene un período de crecimiento relativamente corto: 90-120 días.
- Se pueden obtener hasta tres cosechas en una sola siembra aprovechando los rebrotes.

- Su propagación por semilla es fácil, y segura, con un alto porcentaje de germinación.
- Requiere menos agua y fertilizantes que otros cultivos.
- Ampliamente adaptable a zonas secas y suelos de baja fertilidad.
- Ideal para insertarlo en un sistema de rotación de cultivos.

Composición de la planta completa de sorgo dulce.

Es una planta considerada como gran productora de biomasa; por cada tonelada de tallos se obtienen 399 kilos de hojas, pedúnculos y panoja, para un total de 1,399 kilos de biomasa. En el siguiente Cuadro, se muestra como se desglosa la composición de una tonelada de la planta:

Cuadro 21. Composición de una tonelada de la planta completa de sorgo dulce.	
Materiales	Contenido
Agua	1,083 kg
Materia seca	315 kg
De la cual:	
Sólidos en solución	204 kg
Insolubles	110 kg
Sólidos en solución:	
Azúcares fermentables y almidones	134 kg
Sólidos no fermentables	70 kg
Insolubles:	
Fibra	106
Ceniza	4

La mayor parte de su contenido es agua, pero el contenido total de azúcares es alto (más de 16%) y el contenido de fibra total es relativamente bajo, lo que, combinado con el contenido de azúcares, convierte a la planta en un buen forraje. En el siguiente Cuadro se muestra la composición del tallo, como promedio, en varias variedades de sorgo dulce.

Cuadro 22. Composición del tallo en variedades de sorgo dulce y caña de azúcar

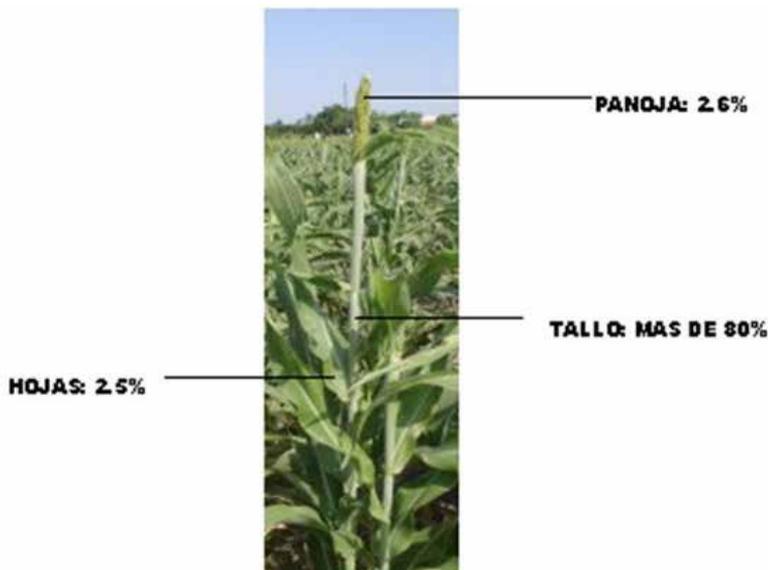
Componente	% de materia verde	
	Sorgo dulce*	Caña
Total azúcares	16.8 - 18.0	10.0 - 16.0
Sacarosa	13.8 - 16.5	11.0 - 16.0
Glucosa	2.0 - 1.0	1.0 - 5.0 **
Fructosa	1.0 - 0.5	
Total fibra	13.3 - 8.2	11.0 - 16.0
Celulosa	5.5 - 3.7	-
Hemicelulosa	4.5 - 3.0	-
Lignina	3.3 - 1.4	-
Agua	67.5 - 70.0	73.0 - 76.0

*Valores de 2 variedades de sorgo dulce

** glucosa + fructosa

Como podemos observar, tanto el sorgo dulce como la caña tienen valores similares en cuanto a sus componentes principales.

En el sorgo dulce la mayor cantidad de azúcares se encuentra en el tallo (más de 80%), en la panoja un 2.6% y en las hojas solo 2.5%, tal como se muestra a continuación:



Fotografía 43. Distribución del contenido de azúcares en la planta de sorgo dulce.

Usos.

Industrialmente los sorgos dulces se han utilizado desde hace años para la producción de panela, sirope y alcohol (etanol). El sirope es extraído de la planta mediante la molienda del tallo y se usa mucho en la industria alimentaria como sustituto del azúcar.

Producción de etanol. Respecto a la obtención de biocombustibles y considerando que una instalación para su producción a partir de sorgo es, en estos momentos, muy difícil de realizar por la tecnología que demanda (casi igual a la que se usa en la caña), los costos que encierra, sobre todo en las empobrecidas zonas secas, y el requerimiento de sembrarlo en un ambiente no limitante para que exprese toda su capacidad de producción, nos limitaremos solamente a mostrar de manera esquemática el proceso de obtención de etanol y los numerosos subproductos que se obtienen, haciendo énfasis en que en otras partes del territorio nacional es muy factible su realización ya sea por la empresa privada o por cooperativas de pequeños productores con el apoyo estatal, gobiernos amigos y organismos transnacionales.

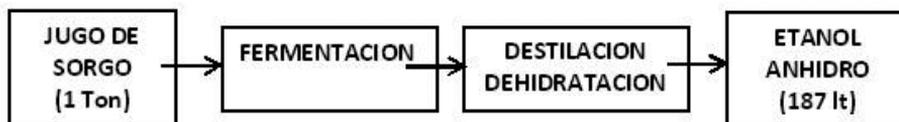


Figura 17. Diagrama simple mostrando la conversión de sorgo dulce en etanol.

En varias partes del mundo existen plantas productoras de biocombustibles, a partir del sorgo dulce (Estados Unidos, India, China) y es considerado como la mayor material prima alternativa en la producción de etanol que puede remplazar o suplementar a la caña de azúcar ya que su producción se compara bien con la de esta última y aunque los costos de producción del sorgo dulce son ligeramente mayores que los de la caña por unidad de superficie para producir etanol, esto es más que compensado por la cantidad de grano que se obtiene, por la misma calidad superior del etanol obtenido y sobre todo porque su elaboración es más amigable con el medio ambiente ya que no se usa la llamada ruta de las mieles y su DQO es también menor (solo $\frac{1}{4}$ de la de la caña), por tanto su nivel de contaminación es menor. La Figura 18 muestra el proceso a seguir en la elaboración de etanol a partir del sorgo dulce, y la obtención de otros productos.

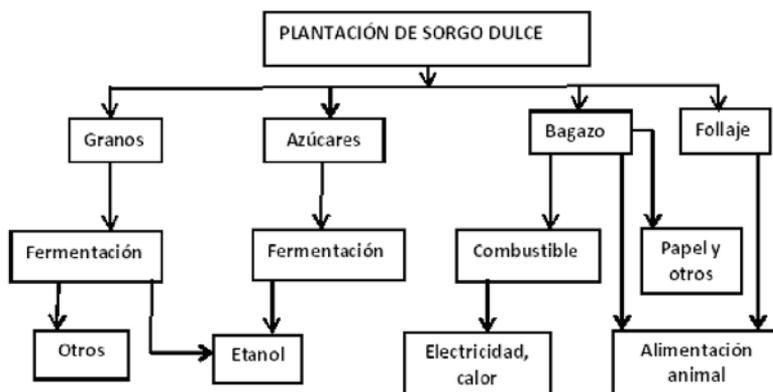


Figura 18. Proceso de obtención de etanol y otros productos a partir del sorgo dulce.

Elaboración de panela a partir de sorgo dulce. La elaboración de panela sería una agroindustria rural de gran impacto en las zonas secas de Nicaragua, donde campean la desocupación y la subutilización de tierras. Los usos de la panela son muchos y variados, presentando muchas oportunidades para su transformación, ya que es base de muchos postres y dulces tradicionales, además de que posee potencial de exportación.

La elaboración de la panela o dulce de rapadura, como se le conoce en Nicaragua, usa como materia prima la miel de caña o de sorgo dulce y se lleva cabo en pequeños molinos o trapiches, constituyendo una de las agroindustrias rurales de mayor tradición en nuestro país; involucra tanto a pequeños productores de caña como a obreros agrícolas, mano de obra familiar, transportistas y comerciantes, hasta llegar al consumidor final, por tanto, tiene importancia económica en las regiones productoras de panela, además de que proporciona la oportunidad de una diversificación de la producción y da origen a otras actividades económicas (dulces, siropes, etc.). En la Figura 19 se presenta un esquema de los pasos a seguir para la elaboración de panela, a partir de sorgo dulce.



Fotos 44 y 45. Plantío (izq) y panoja (der) de sorgo dulce

Valor nutritivo de la panela. La panela no es más que el jugo de la caña o en este caso del sorgo dulce, el cual se decanta y luego se deshidrata mediante sucesivas ebulliciones hasta concentrarse formando una masa o melaza bastante densa pero dúctil que se deposita en moldes de diferentes formas (pirámide truncada, prisma, esfera, media esfera) donde se deja secar hasta que se solidifica. Se diferencia del azúcar blanco y rubio, además de su apariencia física, en su composición química por contener no solo sacarosa,

sino también glucosa y fructosa y diversos minerales, grasas, compuestos proteicos y vitaminas, lo cual hace a la panela más rica que el azúcar desde el punto de vista nutricional. Tampoco se parece al azúcar moreno, ya que la mayor parte de este azúcar que se comercializa actualmente es simplemente azúcar blanco al que se le agrega extracto de melaza, que le da ese color y sabor característico, además de pequeñas cantidades de vitaminas y minerales inferiores a las que posee la panela y que carecen de importancia desde el punto de vista nutricional. Debido a que conserva todas sus características bromatológicas, nutricionales y sensoriales, se considera a la panela como un producto inocuo y natural, ya que en su elaboración no se usa ningún tipo de aditivo.

El mayor aporte nutricional de la panela es como un alimento energético por las calorías que proporciona gracias a su contenido de sacarosa que varía de un 75 a un 85%, posee también pequeñas cantidades de glucosa y fructosa; su aporte energético es menor que el del azúcar blanco o refinado, ya que contiene de 310 a 350 calorías por 100 gramos frente a las 400 calorías del azúcar blanco. Gran parte de su valor nutricional se debe a que su elaboración es completamente artesanal y está libre de todos los aditivos químicos que se emplean en la fabricación del azúcar, el cual, al ser sometido a la sulfatación, decoloración y filtración, pierde la melaza, y con ella todas las sales minerales, aminoácidos y vitaminas que están presentes en el jugo de la caña o del sorgo. Presenta también cantidades apreciables de diferentes vitaminas y minerales, aunque la panela no puede considerarse una fuente constante de estos nutrientes, ya que se consume en pequeñas cantidades al utilizarla más como un ingrediente de ciertos alimentos y bebidas, por lo que el aporte en estos nutrientes a la dieta es muy bajo.

Usos de la panela. Van desde los bloques sólidos o atados de dulce, hasta el producto líquido o granulado, para su uso en la industria de conservas, confitería, bebidas refrescantes, panadería, vinos y vinagres, endulzante en bebidas aromáticas, té y otras y últimamente en la preparación de bebidas energéticas para deportistas debido a su rápido aporte de energía después de esfuerzos agotadores; se dice que, al igual que la miel de abejas, tiene un efecto balsámico y expectorante en casos de resfriados. En Nicaragua se elaboran diferentes dulces típicos a base de miel de caña que también pueden elaborarse con la de sorgo, tales como el ayote con dulce, las alegrías, etc. Dos subproductos derivados de elaboración de panela, la cachaza y el bagacillo, se usan en la elaboración de bloques nutricionales para rumiantes.



Fotos 46 y 47. Panela nacional y panela para exportación (Colombia).

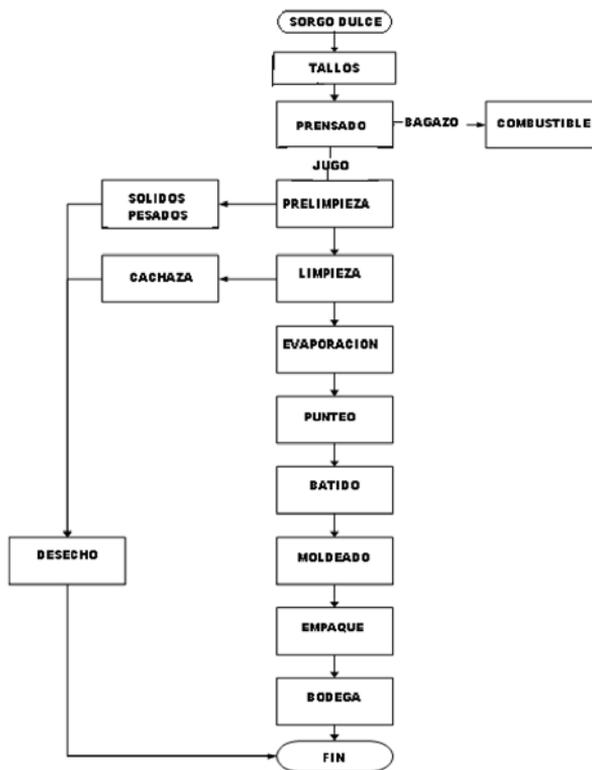


Figura 19. Diagrama de flujo para elaboración de panela a partir de sorgo dulce.

Igual que con el caso del tempate, la factibilidad técnica y económica de producción de etanol como biocombustible a pequeña escala, a partir de sorgo dulce, probablemente no sea posible por las pocas cantidades que se producirían en las zonas secas donde el cultivo no encontraría las condiciones óptimas para producciones elevadas; no obstante, esas cantidades podrían servir para otro tipo de industrias como la farmacéutica, producción de bebidas energéticas, licores, etc. Sin embargo, la producción de panela ofrece muchas mejores perspectivas y su elaboración debería tomarse no solo como una estrategia de diversificación en la generación de empleos e ingresos en las zonas secas, sino también como un valioso componente de la dieta para suministrar energía que tanta falta hace a niños, adultos y mujeres embarazadas.

El Jícara sabanero (*Crescentia alata*, familia *Bignonaceae*).

Origen.

Es una planta originaria de Centroamérica y México; su hábitat natural es la sabana o llano (sabanas de jícara), donde es la planta dominante; crece silvestre de forma esparcida. En Nicaragua se le encuentra principalmente en las zonas más secas de las regiones del Pacífico y Central.

Agroecología.

El árbol de jícara se encuentra de forma natural en sabanas de bosque ralo, de escasa precipitación y casi siempre de relieve plano, conocidas como “llanos”, asociados mayormente con suelos arcillosos oscuros, ricos en arcillas expandibles (montmorrillonitas) que se agrietan en verano y se contraen y encharcan en invierno; localmente se les llama “sonsocuites”, aunque técnicamente y dentro de la Clasificación Taxonómica de los Suelos se ubican dentro del orden de los Vertisoles. Los jícaros constituyen el primer estrato de la vegetación como planta dominante, a veces como planta hospedera recubierta con bromeliáceas y orquidáceas; en el segundo estrato se encuentran arbustos espinosos y en el tercero gramíneas y yerbas anuales. Es un árbol muy amigable con el medio ambiente, ya que no demanda agroquímicos al ser resistente a plagas y enfermedades. Como nada ni nadie en la naturaleza es perfecto, el jícara presenta dos limitantes: requiere de murciélagos para su polinización y, si durante la florescencia no se presentan lluvias, habrá una reducida cantidad de flores, lo que redundará en una cosecha con pocos frutos.

Precipitación. El jícara está adaptado, es su hábitat natural, a las zonas más secas de Nicaragua y resto de Centroamérica. Crece y se desarrolla bien en zonas con precipitaciones desde 500 a 1000 mm anuales, aunque tolera fuertes lluvias e inundaciones, es decir que tolera períodos extensos de fuertes sequías y, extremo opuesto, de mucha humedad. Su resistencia a la sequía, a la potencia de los huracanes, a las inundaciones e incluso a los incendios, se debe a su sistema radicular: posee una raíz pivotante que es cinco veces más larga que la parte visible del árbol, penetrando el subsuelo hasta llegar donde está el agua, así como raíces laterales superficiales y profundas; todo ello le proporciona un excelente anclaje y absorción de agua y nutrientes. En largos períodos de inundación, aún sumergido, el jícara obtiene oxígeno de reservorios ubicados en el tronco. Es un árbol de crecimiento lento, pero eso lo compensa con su longevidad de 100 años o más.

Temperatura. Es una planta heliófita, es decir que no requiere de sombra y sí de sol, por tanto está adaptada a las altas temperaturas, la óptima se considera de 27°C, aunque crece bien desde 24°C hasta 36°C y más

Altitud. Presenta un amplio rango: desde el nivel del mar hasta 1200 metros de altura o más.

Suelos. Es un árbol muy resistente que se adapta a cualquier tipo de suelos, ya sean marginales, de baja fertilidad, arcillosos pesados, con rocas en la superficie o en el subsuelo, en relieves planos u ondulados, superficiales o profundos, de buen drenaje o mal drenados. Como se observa, se adapta a un amplio espectro de suelos.

Composición química y valor nutritivo del fruto del jícara.

El fruto del jícara es una baya redondeada protegida por un pericarpio leñoso, delgado y consistente, dentro del cual se encuentra un material pulposo y fibroso en forma de red que contiene a las semillas. Desde el punto de vista nutricional son la pulpa y la semilla las que nos interesan. Las semillas del jícara se encuentran atrapadas entre la malla fibrosa de la pulpa y estos dos componentes en conjunto tienen la siguiente composición química:

Cuadro 23. Análisis Químico Proximal del fruto fresco de Jícaro (pulpa + semilla)

Componente	%
Humedad	73.8
Proteína	4.3
Cenizas	1.6
Fibra cruda	3.9
E. etéreo	4.7
ELN	11.7

Como puede observarse, el fruto (sin la corteza) posee un alto contenido de humedad y cantidades aceptables de otros nutrientes, entre los que destacan los carbohidratos (ELN) que contienen azúcares solubles, lo que da la oportunidad de usar la pulpa de diferentes maneras. Cuando la pulpa se deshidrata e incluye en su contenido la semilla triturada, contiene un 14% de proteína y más de 50% de carbohidratos. El contenido de proteína es aportado por la semilla.

Mientras que la semilla sola, aún con la cáscara o tegumento que la rodea, posee atractivas cantidades de proteína, tal como lo muestra el Cuadro 24.

Cuadro 24. Análisis Químico Proximal de los componentes de la semilla de Jícaro (%)

Componente	Semilla seca entera	Cáscara de la semilla	Almendra*
Humedad	7.8	10.6	6.3
Proteína	25.1	5.4	39.1
Fibra cruda	16.8	53.7	2.1
E. Etéreo	33.4	3.1	44.7
ELN	13.7	27.7	7.8

*La semilla menos la cáscara

Si la semilla se descortezza, muestra todo su potencial en el contenido de proteína y extracto etéreo (aceites), convirtiéndose en la parte más valiosa del fruto del Jícaro. Sus usos son también muy variados, sobre todo en el área de alimentación. La proteína de la semilla de Jícaro es deficiente en los aminoácidos lisina y metionina, este último es deficiente en todas las semillas

oleaginosas; en cambio, el contenido de triptófano es relativamente alto y es un aminoácido limitante en el maíz y otros cereales. El contenido de arginina es alto si se compara con el del huevo y soya. Contiene minerales (calcio, fósforo, hierro) y vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico).

El aceite contenido en la semilla posee aproximadamente 24% de ácidos grasos saturados, 52% de ácidos grasos monoinsaturados y 24% de ácidos linoleico y linoléico. El aceite es digestible por el organismo humano en más de un 90% y posee una alta resistencia a la rancidez; es similar a los aceites comerciales de maní, maíz, ajonjolí y soya, y podría ser utilizado en la cocina. Algo a resaltar es que, tanto la pulpa como la semilla, se conservan intactas incluso cuando el fruto madura y cae al suelo, ya que la corteza que los rodea los protege contra ataques de insectos y otras plagas y contra las inclemencias del tiempo, actuando como un fuerte empaque (cuando los frutos han estado en el suelo por varias semanas los azúcares de la pulpa comienzan a fermentarse, con lo cual se torna negra, pegajosa y dulce).

Rendimiento del fruto.

Un árbol adulto de 5 años, produce entre 60 y 200 frutos por año y cada fruto pesa en promedio 370 gramos. De una tonelada de frutos frescos (aproximadamente 2470 frutos) se obtienen los siguientes productos: 30 litros de etanol, 12 litros de aceite vegetal que puede utilizarse para biodiesel o cocina, 40 kg de torta obtenida del prensado de la semilla para obtención del aceite, la cual es altamente rica en proteína, que puede usarse para alimentación humana o animal, 40 kg de pulpa seca a consumirse por el ganado y 200 kg de cáscara seca que se usa como combustible y es un buen sustituto de la leña. La Figura 20 lo expresa claramente.

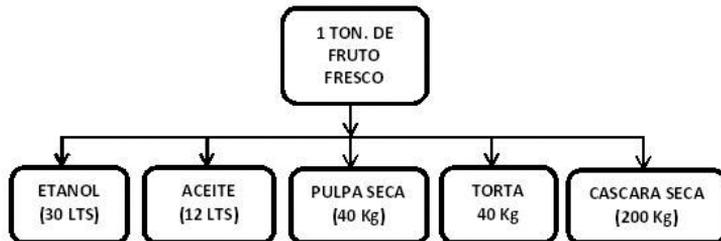


Figura 20. Rendimiento de una tonelada de fruto fresco de Jícaro, en base a datos de K. Jochims (19).

Usos del fruto del Jícaro.

El árbol del Jícaro es tan versátil, que se podría seleccionar el uso que se le desea dar y siempre hay opciones a escoger: para alimentación humana, alimentación animal, en elaboración de biocombustibles (etanol y biodiesel, ya que la pulpa posee 3% de azúcares y la semilla 40% de aceites), licores, artesanías, como planta tutora, ornamental, como combustible y calor (cáscara). También se usa la madera.

Usos de la pulpa:

- La pulpa es consumida ávidamente por el ganado y caballos, debido a su penetrante olor y sabor frutícola. Estos mismos animales se encargan de distribuir por el campo las semillas que no digieren, facilitando su propagación natural; es interesante saber que los árboles que nacen de semillas excretadas por animales, en su primer año de vida no son consumidos por éstos, probablemente debido a que poseen un marcador biológico, que activa alguna enzima para que las plántulas no sean apetecidas y puedan convivir con el ganado y caballos.
- Debido a su contenido de humedad, es ideal para usarla sola en forma de ensilaje para el ganado o añadirla a ensilajes de pastos, para elevar el valor nutritivo y palatabilidad de éstos; los cerdos también consumen el ensilaje de la pulpa.
- Los azúcares que posee, al fermentarlos, se utilizan en la elaboración de licores (brandy, ron y vinos).
- Los mismos azúcares pueden usarse en la obtención de etanol; de una hectárea de jícaros se pueden obtener más de 800 litros de este biocombustible.

Usos de la semilla: como mencionamos, es la parte más prometedora del fruto y se ha usado por decenas de años en Nicaragua en la alimentación humana. Posee una ventaja sobre las otras semillas oleaginosas como soya, algodón, maní, y es que no contiene residuos de agroquímicos, ya que está bien protegida por la corteza del fruto.

- El uso más conocido es en la preparación del popular refresco de “semilla de jícaro” y como componente de los poli-cereales.

- Puede consumirse directamente cruda o tostada, proporcionando proteínas y vitaminas al consumidor (no posee ningún compuesto tóxico).
- El aceite que contiene la semilla, es un aceite comestible similar en olor y sabor al aceite de oliva, puede usarse en la alimentación humana o como fuente de biodiesel (una hectárea de jícara puede producir más de 300 litros de aceite).
- El residuo de la extracción del aceite, la harina, es muy rica en proteína y se usa en la alimentación humana y en la alimentación de animales, sobre todo en aves. Con esta harina se han elaborado galletas de muy buen sabor, olor y valor nutricional.

Usos de la cáscara o corteza.

- Se usa mucho como combustible en la cocina y en hornos como sustituto de leña, lo que hace que el jícara sea un árbol amigable con el medio ambiente.
- En artesanías, tanto ornamental como utilitaria, para hacer adornos, recipientes, maracas, jícaras, cucharas, etc.

Ventajas del uso del jícara.

Como mencionamos antes es un árbol multiuso y de ello se obtienen muchas ventajas:

Desde el punto de vista ecológico: los cultivos perennes como el Jícara (y sí que es perenne con una longevidad de 100 años o más), protegen mucho más al suelo en comparación con cultivos tradicionales anuales, ya que no se requiere de labores agrícolas - debido a que no demanda agroquímicos para su cultivo, protege a la flora y fauna de la acción de éstos -. Su demanda de agua es mucho menor que la de otros cultivos de las zonas secas (maíz, frijoles). Hay una mayor oportunidad de conservar la biodiversidad - No requiere del uso de maquinaria agrícola y no hay lugar a compactación del suelo. Es un árbol que secuestra carbono en mayor cantidad que otros, debido a su longevidad y con su cultivo se puede optar a financiamiento de acuerdo con el protocolo de Kioto.

Desde el punto de vista socio-económico: su cultivo en poca extensión, demanda poca mano de obra familiar, la que estará disponible para otras actividades – Mejoraría sustancialmente la dieta familiar al incorporar una buena fuente de nutrientes como es la semilla de Jícaro (calorías, y proteína vegetal y animal, ésta última al usar subproductos para la alimentación de animales). Si llegara a establecerse un proyecto agro-energético a base de Jícaro y de extensión considerable en las zonas secas, propiciaría la creación de empleos – Siendo un cultivo perenne, facilita la obtención de capital de trabajo -. Es un cultivo ideal para negocios inclusivos, ya que puede incorporar a muchos otros pequeños productores en la misma línea de producción, creando así más capital en manos de pequeños productores. El Jícaro no requiere de tecnologías ni de maquinaria sofisticadas para su cultivo; está al alcance del pequeño productor.

Desde el punto de vista agro-técnico: aún destinándolo a la producción de bio-combustibles, desde el punto de vista de SAN, el Jícaro es el único cultivo que no compite en absoluto con la producción de alimentos, al contrario, produce proteína vegetal adicional (torta) y forraje para el ganado. Es ideal para incorporarlo en sistemas agroforestales, ya sea como árboles en potreros, banco forrajero, cultivo en callejones, esto último porque produce poca sombra debido a su follaje y ramificación. Convierte a suelos marginales, de baja fertilidad y de escasa o nula rentabilidad, en áreas rentables y agrónomicamente mejoradas.

Viéndolo como un cultivo comercial, el Jícaro crearía las condiciones óptimas para dar inicio a un conjunto de pequeñas y micro empresas familiares, para que luego puedan organizarse y dar lugar a procesos de transformación y comercialización del fruto, dándole valor agregado al producto a través de actividades post-cosecha. Esto reactivaría a las zonas secas que siempre han estado marginadas de actividades agroindustriales, con grandes porcentajes de desocupación y sin actividades comerciales de ningún tipo. Significaría un rotundo éxito económico para el gobierno, al incorporar a la actividad económica a buena parte de 30,000 kilómetros del territorio nacional que inciden de manera mínima en PIB del país; recordemos que los núcleos más grandes de zonas secas están ubicados en los departamentos con mayores índices pobreza, desocupación y desnutrición: Madriz, Nueva Segovia, Estelí, partes de Matagalpa, Boaco, Chontales, León, el norte de Chinandega y norte de Managua. Si lo enfocamos solo como un cultivo familiar, variaría la dieta, aportaría nutrientes, sería soporte para la crianza de animales y por tanto mejoraría sustancialmente la SAN.



Fotos 48 y 49. Planta de Jicaro y asociación pastos-jicaro-ganadería, en la zona seca de El Sauce, León

13

La fruticultura en las zonas secas

Tal como lo asevera Barbeau (3), la fruticultura tiene muy poco porvenir en estas zonas. Algunas frutas como jocote, tamarindo, mango, marañón, lograrían prosperar en las condiciones más favorables de estos sitios, con la salvedad de que en el período de establecimiento, mientras el sistema radicular alcanza un desarrollo aceptable, estas plantas demandan muchos esfuerzos de parte del productor, especialmente el riego planta por planta durante los primeros años; ello implica, que a veces ocurra una competencia por el agua entre los miembros de la familia, los animales de crianza y los frutales en desarrollo.

La vid, puede adaptarse a condiciones de zonas secas, pruebe de ello es que actualmente se cosecha en el valle de San Juan de Limay, en la zona seca del departamento de Estelí. Hay reportes que señalan la producción de vinos de uva en la zona seca de Matagalpa (Ciudad Darío-Sébaco) desde el siglo XVII.

No obstante, nos atreveremos a señalar un listado de árboles frutales que, bajo condiciones de un plus esfuerzo de los productores, podrían prosperar en estas zonas, dada su tolerancia a la sequía y producir bajo estas condiciones, no con la finalidad de una comercialización con fines de obtención de ganancias, sino de mejorar la dieta familiar y ayudar a la alimentación del ganado menor.

Marañón (*Anacardias occidentalis*). Este árbol crece en la zona tropical seca de la costa del Pacífico, con una estación seca desde 4 a 7 meses y pluviosidad anual de 600 a 2000 mm. Aunque resiste bien la sequía, no puede decirse lo mismo del fuego, el cual constituye un peligro constante en la época seca

en las plantaciones mal manejadas. Debido a la resina que contienen las plantas, cualquier quema de malezas puede propagarse rápidamente a los árboles de marañón y destruir completamente la plantación. Aunque para su óptimo desarrollo, esta planta requiere de suelos profundos (> de 1 m) y bien drenados, debido a su sistema de raíz pivotante, se adapta a suelos de texturas franco arenosas hasta arcillosas y se adapta a suelos de profundidad marginal (40 a 60 cm).

Mango (*Manguiфера indica*). Es un árbol de clima tropical con estaciones seca y húmeda bien definidas; las temperaturas óptimas varían de 16 a 38°C y la precipitación adecuada se sitúa a niveles de 1000 a 1600 mm/anuales. Prospera bien en suelos franco arenosos hasta arcillosos, desde las tierras bajas del litoral del Pacífico hasta los 1200 msnm. El mango puede usarse en planes de reforestación, ya que se considera como una especie vanguardia en la recuperación de tierras. Como el marañón, es altamente susceptible al fuego, por lo que debe asegurarse la limpieza y rondas en las áreas sembradas.

Jocote (*Spondias mombin*). Es una planta de fácil reproducción por medio de estacas, las cuales prenden aún en las zonas secas cuando se usa la técnica del super-hoyo. Se da bien en zonas con alternancia de estación seca y húmeda bien marcadas; crece desde el nivel del mar hasta 1500 m de altitud. Se considera que en Nicaragua existen más de 50 variedades de jocote.

Piñuela (*Bromelia karatas*). Aunque no se la considera como una planta frutícola propiamente dicha, sino que se usa más como cercado en los patios y como límite en la división de predios, la piñuela produce un racimo de frutos que maduran durante la época seca (diciembre-abril), en número de 30 a 100 frutos, los cuales se usan en la preparación de un rico postre muy nica llamado “motajitol”.

Pitahaya (*Hylocereus undatus*). Es una planta cactácea originaria de Centroamérica, por tanto de clima tropical y muy resistente a la sequía. Se adapta bien en zonas con precipitaciones de 600 a 1300 mm anuales, con temperaturas de 21 a 33°C y desde el nivel del mar hasta 600 metros de altura; prefiere suelos francos, arenosos, incluso suelos pedregosos. Los tallos de esta planta emiten finas raíces que le permiten adherirse a un soporte que puede estar vivo o inerte, tales como postes, rocas, muros de piedra, árboles de diferentes especies, sobre todo los que poseen corteza suave y esponjosa.

Tamarindo (*Tamarindus indica*). Especie originaria de las sabanas de África tropical, se caracteriza por su excelente resistencia a la sequía, su tolerancia a altas concentraciones de sales en el suelo y su aptitud a crecer en terrenos marginales, aunque su mejor comportamiento lo alcanza en suelos fértiles y profundos donde la pluviosidad supera los 1200 mm anuales. Se cultiva más como planta de huertos caseros, aunque su fruto tiene demanda nacional e internacional.

Nancite (*Byrsonima crassifolia*). Es un árbol de tamaño pequeño, originario de Centroamérica y Las Antillas, resistente a la sequía, se adapta a todo tipo de suelos incluyendo terrenos agrestes y pedregosos a tal punto que crece sobre antiguas coladas de lava del volcán Santiago, en Masaya.

Icaco (*Chrysobalanus icaco*). Originario de América Central y norte de Sudamérica, el icaco es un árbol de porte bajo, con un poderoso sistema radicular y pequeñas hojas coriáceas que le confieren bastante resistencia a condiciones adversas de clima y suelos, creciendo incluso en dunas arenosas tanto del litoral Pacífico como del Atlántico. El consumo de su fruto es muy popular en Nicaragua, e incluye la elaboración de dulces y vinos.

Vid (*Vitis vinífera*). Aunque originaria de China, la vid se ha propagado alrededor de todo el mundo, lo que prueba su amplio rango de adaptación a todo tipo de clima y suelos. Cuando se trata de un cultivo comercial, se prefieren zonas de clima seco o semi-húmedo para lograr un período vegetativo natural, evitar el derrame de frutos y las enfermedades fungosas por exceso de lluvia y humedad relativa. Actualmente se le cultiva en el valle de San Juan de Limay, el cual está ubicado dentro de la zona seca del departamento de Estelí. Se considera que en zonas secas, la vid requiere de riego para producir dos cosechas al año, de lo contrario la planta acumularía reservas para garantizar solo una cosecha.



Fotos 50 y 51. El jocote y el marañón son frutas que prosperan en las zonas secas.

Varios de los frutos antes mencionados pueden brindar la oportunidad de establecer pequeñas agroindustrias familiares con oportunidades de comercialización en los mercados nacionales (frutas en conserva, almíbares, vinos, encurtidos, etc) y mercados étnicos fuera del país.

14

Plantas ornamentales de las zonas secas

Contrario a lo que comúnmente se cree, las condiciones climáticas y edáficas de las zonas secas son capaces de producir y mantener una gama enorme de plantas ornamentales, tanto de follaje como flores, de gran belleza, muy utilizada como ornamentos para el hogar, parques, jardines y avenidas. A continuación solo una muestra de tales plantas.



Agave americana

Agavaceae

Penca amarilla o maguey amarillo

- Originaria de México. Crece silvestre en zonas áridas y secas de México y Centroamérica.
- Planta en forma de rosetas, con las hojas largas, lanceoladas (mucho más largas que anchas), de color verde con el borde blanquecino o amarillo, los bordes ondulados a aserrados, con dientes variables y con una espina terminal cónica de 3 a 5 cm de largo. Las flores son amarillas. De mucho valor ornamental.

Fotografía 52. Agave americana

Agave angustifolia
Agavaceae
Penca común

- Se encuentra silvestre desde México hasta Costa Rica.
- Plata en roseta, con hojas largas, lanceoladas (mucho más largas que anchas), rígidas, de color verde claro, más angostas hacia la base, con los márgenes cartilaginosos con dientes castaño rojizo a oscuros y con una espina terminal cónica. Las flores son verdes o amarillas y los frutos secos. - Los “corazones” (tallos a los que se les cortan las hojas) se utilizan en la producción de mezcal y de las hojas se extraen fibras para uso textil.

También de uso ornamental.



Fotografía 53. *Agave angustifolia*

La cantidad de plantas con valor ornamental y ornamental-utilitario que crecen en las zonas secas, podrían dar lugar a pequeñas micro-empresas encargadas de su reproducción en viveros para desarrollo, crecimiento y comercialización a nivel nacional. Muchas de ellas son demandadas como ornamentales, en los mercados internacionales especializados en flores y ornamentales.

Agave victoriae-reginae
Agavaceae
Penca enana

- Crece silvestre en las zonas áridas y secas de México y Centroamérica.
- Planta arrosetada con hojas de 15 a 20 cm de largo, de forma oval, lineares, rígidas, de color verde con marcas blancas en ambas caras, los márgenes sin dientes y con una espina terminal cónica. Las flores presentan frecuentemente manchas rojas o púrpuras. Los frutos son secos. De valor ornamental.



Fotografía 54. *Agave victoriae-reginae*

Neobuxbaumia tetetzo

Cactaceae

Cacto, Cabeza de viejo, candelabro

- Crece silvestre en las zonas áridas de México, se ha extendido a Centro América.
- Planta columnar hasta de 15 m de alto. El tallo tiene hasta 20 costillas y aréolas con 7 a 12 espinas centrales y de 1 a 3 espinas radiales. Las flores son aromáticas, de color blanco, nocturnas (abren en la noche). Los frutos son verdosos con pequeñas escamas.
- Los botones florales, los frutos y las semillas son comestibles. Es de valor ornamental y usado como cerca viva.



Fotografía 55. *Neobuxbaumia tetetzo*

La mayoría de estas plantas pertenecen a la familia de las agavaceae y cactaceae, las que poseen gran belleza, rusticidad y adaptación a diferentes condiciones edafo-climáticas.

Yucca elephantipes

Agavaceae

Espadillo, Izote,

- Crece silvestre en zonas secas de México y Centroamérica, con gran rango de adaptación.
- Planta que mide hasta 4-5 m de alto. El tallo tiene la base ensanchada y alrededor de ella brotan los hijuelos. Las hojas son simples, lanceoladas y llegan a tener 1 m de largo por 5 a 8 cm de ancho. Las flores son aromáticas, de color blanco o crema. Los frutos son secos.
- La planta tiene uso ornamental y con demanda internacional. Las flores son comestibles; el tallo se emplea para erigir cercas vivas y en conservación de suelos.



Fotografía 56. *Yucca elephantipes*

Opuntia ficus indica
Cactaceae
Nopal, tuna.

-Originaria de México, se ha extendido a las zonas secas de Centro y Sur América y se la encuentra en muchas partes del mundo (Costas del Mediterráneo, norte de África).

- No posee hojas ya que en vez de éstas posee cladodios o pencas o nopalitos.

-Variedades sin espina se usan como forraje para el ganado y los frutos, llamados tunas, son comestibles.

-Se usa como ornamental y en cercas vivas.



Fotografía 57. *Opuntia ficus indica*

Cyca revoluta (Palma Cyca)
Cycadaceae

-La más conocida de estas palmas es la *Cyca revoluta* o palma sagú.

Posee hojas resistentes de unos 70-75 cm de largo y de color verde brillante.

-Es una planta especialista en condiciones ambientales adversas; resiste muy bien la sequía y es sensible a la escasez de agua solo cuando va a emitir un nuevo verticilo.

-De desarrollo sumamente lento.

-Es de las plantas más antiguas del mundo y se la considera un fósil vegetal



Fotografía 58. *Cyca revoluta* o palma sagú

15

Sistemas agroforestales y arboles para reforestar en las zonas secas

Vocación de los suelos de las zonas secas de acuerdo a su verdadera Capacidad de Uso.

Uno de los problemas que aqueja al agro nicaragüense en general, y las zonas secas no son la excepción, es que la gran mayoría de los suelos no están siendo utilizados de acuerdo a su verdadera vocación o capacidad de uso. Gran parte del territorio del país es de vocación netamente forestal, pero, o se encuentra ocupado por cultivos o por potreros con pastos de muy poco valor nutritivo, lo que acelera su deterioro al eliminar la cubierta original boscosa, exponiéndoseles a agentes erosivos. Pongamos como ejemplo la región central norte Las Segovias (Madriz, Nueva Segovia, Estelí) la que, de su extensión total de 7,062 kilómetros cuadrados, solamente cuenta con el 9.2% de su territorio para cultivos anuales, tal como se muestra en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Potencial agropecuario de la Región Las Segovias, de acuerdo a sus condiciones agroecológicas.

Vocación	Porcentaje
Cultivos anuales	9.2
Pecuaria extensiva	1.5
Silvopastoril	4.9
Forestal	83.4
Conservación de la vida silvestre	1.0

Fuente: E. Marín (20)

Sin embargo, buena parte de los suelos de vocación forestal están actualmente utilizados para mantener una ganadería extensiva o se encuentran sub-utilizados para cultivos anuales de poco rendimiento. Eso plantea la gran necesidad de volver a cubrir esas vastas extensiones, reforestándolas con especies de valor comercial que se adapten a las condiciones climáticas de las zonas secas; una de esas especies que es propia de esos territorios es el pino (*Pinus oocarpa*), que formaba bosques extensos pero que fueron arrasados por las compañías madereras; esa explotación irracional del recurso bosque de pino aun continúa en nuestros días. Ante esta problemática, la solución es sencilla: reforestación con árboles de pino, considerando que, aunque se adapta muy bien a la zona, es susceptible a la plaga del gorgojo descortezador del pino (*Dendroctonus frontalis*), con otras especies propias que se adapten a la ecología de la región (Cuadro 26) y el uso de sistemas agroforestales, tanto en las explotaciones agrícolas como ganaderas.

La reforestación y siembra de árboles.

La razón de plantar árboles en zonas secas y áridas está en que los árboles son menos sensibles que los cultivos anuales a los extremos climáticos, ya que estos últimos necesitan más lluvia durante todo su ciclo vegetativo, no ocurriendo así con los árboles. Una vez establecida una plantación, los árboles demandan muy poco trabajo, se plantan solo una vez y están mejor adaptados que la mayoría de cultivos para aprovechar la humedad del suelo, resistir las condiciones de sequía y aridez y extraer nutrientes de mucha mayor profundidad. Además, los árboles ofrecen protección al suelo, a la flora y la fauna, al ganado y al ser humano. Y, dependiendo de las especies escogidas, se obtienen muchos otros productos y utilidades que van más allá del simple fruto, forraje o madera. Se estima que la introducción de especies arbóreas de propósito múltiple en sistemas agroforestales, podrá contribuir de modo significativo al desarrollo sostenible y a tratar de recuperar los suelos degradados de las zonas secas.

Los sistemas agroforestales (SAF).

Las prácticas agroforestales han sido aplicadas tradicionalmente por agricultores y ganaderos desde hace años, siendo las más comunes las cercas vivas, cafetales con sombra, huertos caseros, árboles en potreros y pastoreo en bosques naturales.

La importancia de los sistemas agroforestales radica en su capacidad para mejorar y mantener la estabilidad de los sistemas agrícolas y/o pecuarios, utilizando bajos niveles de insumos, protegiendo los suelos de la degradación y favoreciendo la productividad de los mismos, permitiendo así la recuperación de áreas degradadas o con usos inadecuados. Se señala que las actividades agroforestales son la solución más natural a problemas cotidianos en el campo que han estado presente por años, tales como: el suministro de leña, forrajes, alimentos para humanos y animales, recuperación de suelos y conservación de aguas (muy importante en las zonas secas). También inciden en problemas socioeconómicos como los altos niveles de pobreza, ya que permiten el mantenimiento de una productividad estable. Los sistemas agroforestales tienen más valor en áreas con pendientes pronunciadas, o con suelos degradados, ya que favorecen el manejo sostenido del suelo y del agua, así como la diversificación de cultivos.

La Agroforestería. Se define como una forma de cultivos múltiples donde existe un mínimo de dos especies de plantas que interactúan biológicamente entre sí y al menos una de ellas, es leñosa permanente y la otra manejada con fines agrícolas incluyendo pastos; debe existir una interacción entre los tipos de cultivos y el componente arbóreo, considerándose que la introducción de un componente forestal a otro sistema, aumentará la estabilidad y sostenibilidad, aunque no necesariamente su productividad.

Ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales en las zonas secas.

Estos sistemas, además de los beneficios socio-económicos, ofrecen una alternativa agrícola o pecuaria proporcionando un apoyo considerable a los programas de conservación de suelos. A continuación sus ventajas y desventajas:

Ventajas:

- Obtención de una diversidad de productos: alimentos, pastos, madera y abono verde.
- Ocurre un mejoramiento de las condiciones del suelo a través de la incorporación de nutrientes (materia orgánica y nitrógeno), permitiendo la recuperación de áreas degradadas.

- Mantenimiento de una producción sostenida con bajo nivel de insumos.
- Se ejercen influencias positivas sobre el clima y la retención de agua.
- Disminuye la incidencia de malezas, plagas y enfermedades.
- Se propician condiciones favorables para la instalación y desarrollo de la fauna silvestre.

Desventajas:

- Se disminuye el área destinada a cultivos en la finca, por la introducción de árboles, aunque esto no incide mucho si la mayor parte de la finca no posee vocación agrícola.
- Se crea una competencia entre el o los cultivos y los árboles por nutrientes, agua y luz; esta competencia puede ser mínima o agudizarse dependiendo del clima, suelo, especies y el manejo utilizado; en una zona seca esto se agudiza.
- Se obstaculizan las operaciones de labranza y cosecha por la presencia de los árboles; esto ocurre muy poco en las zonas secas ya que no se practica una agricultura mecanizada.
- Se requiere capacitación y un personal experimentado para que los sistemas agroforestales puedan ser manejados correctamente.

Clasificación de los sistemas agroforestales

Según su estructura y su función principal los sistemas agroforestales se clasifican en: Sistemas agrosilvícolas, Sistemas silvopastoriles y Sistemas agrosilvopastoriles.

- Los sistemas agrosilvícolas. Son sistemas en los que se asocian cultivos agrícolas y árboles, simultáneamente o en secuencia en una misma unidad de terreno. Los más conocidos son: cercos vivos, cortinas rompevientos, árboles de sombra para cultivos, cultivos en callejones, huertos caseros, agricultura migratoria, sistema “taungya”, barreras vivas.

- Los sistemas silvopastoriles. Son asociaciones de pastos con árboles y arbustos en manejo integrado, cuyas funciones principales son producción y protección. La producción se refiere a la obtención de madera, leña, forraje, alimentos, postes para cercas, mientras que la protección representa el mejoramiento del suelo y el pasto y sombra para el ganado. Los principales sistemas silvopastoriles son: cercos vivos, cortinas rompevientos, árboles en potreros (forrajeros, de leña, maderables, fijadores de nitrógeno), bancos forrajeros, que pueden ser bancos proteínicos o energéticos (arbóreos, arbustivos o ambos), pastoreo en plantaciones, pastoreo en bosque natural.
- Sistemas agrosilvopastoriles. Consiste en la integración de árboles a los cultivos agrícolas y pastizales. El más utilizado es el de cercas vivas.

Selección de alternativas agroforestales.

Para una adecuada selección de un sistema agroforestal deben privar los siguientes criterios:

- El sistema a seleccionar debe contribuir a cumplir con los objetivos propuestos, respondiendo a una necesidad concreta del productor. Si el problema es la escasez de forraje, deben proponerse bancos de proteínas o la incorporación de árboles forrajeros en los potreros; si es la recuperación de un suelo degradado, deben seleccionarse especies fijadoras de nitrógeno e incorporar biomasa como abono verde. Si el problema es la escasez de leña, deben usarse especies de rápido crecimiento y rebrote (plantaciones energéticas).
- Deben conocerse y considerar las condiciones ecológicas de la zona: suelos, precipitación, altitud, temperatura; ello, es clave en la escogencia de las especies con que se trabajará.
- El sistema a seleccionar debe ser viable desde el punto de vista económico y debe considerarse, además del incremento en los costos de producción, la posibilidad de comercialización de los productos a obtener y que signifiquen una buena utilidad para el pequeño productor.

Para la selección de las especies deben considerarse los siguientes aspectos:

- Que responda a la necesidad que desea solucionar el productor.
- Que se adapte a las condiciones edafo-climáticas del sitio, en este caso, a las zonas secas.
- La especie a seleccionar debe ser de buen crecimiento y rendimiento, ya sea en biomasa, en captura de nitrógeno del suelo e incorporación a sus tejidos y que presente resistencia a plagas y enfermedades. Todo ello considerando las limitaciones presentes en las zonas secas.

En el siguiente Cuadro se presenta un listado de algunas especies arbóreas adaptables a las zonas secas (no son las únicas) y que dan opción al productor de incorporarlas ya sea como árboles o integrarlas a sistemas agroforestales.

Cuadro 26. Algunas especies arbóreas para reforestar en zonas secas					
Identificación	Requerimientos ambientales				Características
	Precipitación (mm/año)	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Suelos	
Acacia amarillia Caesalpinaceae (Senna siamea)	500-700 Prospera si accede a aguas subterráneas.	18-36	0-1500	Amplio rango de suelos, excepto muy arcillosos. Los prefiere profundos y bien drenados.	Ambientada a diversos medios ecológicos; de rápido crecimiento; resistente a sequía; rebrota rápido, buena para leña; es árbol melífero.
Espino de playa. Mimosaceae. (Pithecolobium dulce)	700-1200	24-30	0-1800	Gran adaptabilidad a todo tipo de suelos (arcillosos, calizos, arenosos) de baja fertilidad.	Rápido crecimiento, resistente a sequía, buena capacidad de rebrote. Aporta N al suelo. Produce excelente leña

Eucalipto camaldulensis Myrtaceae (Eucalyptus camaldulensis)	500-1200	24-36	50-500	Amplio rango de suelos, desde pobres a inundados; suelos compactados o con talpetate afectan su crecimiento.	Rápido crecimiento, resistente a sequía, alta capacidad de rebrote por tocón; produce poca sombra; alto poder calorífico, excelente para leña.
Genízaro Mimosaceae (Samanea saman)	700-3000	24-30	500 o menos	Se encuentra en suelos desde arenosos a arcillosos livianos de pH neutro o ácido	Especie de gran plasticidad climática; aporta N al suelo, bueno en sistemas silvopastoriles; proporciona madera comercial de alto valor.
Guásimo de ternero Sterculeaceae (Guazuma ulmifolia)	700-1500	24-34	0-1200	Se adapta a todo tipo de suelos menos encharcados o mal drenados; prefiere pH superior a 5.5	Buen potencial como especie forrajera, cercas vivas; su madera no es de buena calidad; sirve para leña y carbón
Guanacaste de oreja. Mimosaceae. (Enterolobium cyclocarpum).	750-3000	24°C a más	50-1200	Suelos de texturas desde arenosas hasta arcillosas, bien drenados.	Produce una madera de tipo estructural; árbol forrajero de uso en sistemas silvopastoriles; buena leña y carbón.

Guapinol. Caesalpinaceae(Hymeneae courbaril)	700-2500	24°C a más	50-2000	Desde franco a renosos a arcillosos livianos, bien drenados; se adapta bien a suelos con pendientes	Se desarrolla en un amplio rango de hábitats, desde bTs a bTph. Buena madera; resistente al agua y al comején.
Jiñocuabo. Burceraceae (Bursera simaruba)	700-1800	22-29	0-1800	Tolerancia amplia de suelos, desde fértiles a poco profundos y muy pobres; tolerante a la sal	Soporta la sequía; de fácil propagación por estacas; bueno para leña y carbón; se usa en cercas vivas
Leucaena Mimosaceae (Leucaena leucocephala)	600-1400	22-29	0-500	Tolerancia amplia de suelos, desde rocosos, hasta arcillosos pesados.	Buena para leña y carbón, construcciones livianas. Tolerancia hasta 8 meses de sequía. Forrajera con limitaciones.
Madero negro Fabaceae (Gliricidia sepium)	500-1500	22-30	0-500	Crece en todo tipo de suelos, desde secos a húmedos, incluso con alta concentración calcárea.	De uso múltiple: fija N, forrajera, se propaga con facilidad por estacas, resiste sequía y suelos pobres; buena para leña.
Madroño. Rubiaceae (Calycophyllum candidissimum)	750-1500	23-32	0-600	No es exigente en suelos, ocupa un amplio rango de suelos.	Árbol nacional, ornamental; bueno para leña.

Mandagual Caesalpinaceae (Caesalpinia velutina)	400-1000	22-30	50-000	Prefiere suelos bien drenados de texturas livianas.	Abundante capacidad regenerativa; de rápido crecimiento; madera usada en ebanistería.
Marango Moringaceae (Moringa oleífera)	500-1500	20-30	0-1800	Especie adaptada a una gran variedad de suelos	Planta multiuso: alimentación humana y animal, melífera, oleaginosa, medicinal.
Mora Moraceae (Chlofora tinctoria)	800-1500	22-30	0-1800	Exigente en suelos, los prefiere francos, profundos y bien drenados.	Maderable, ornamental, produce tintes.
Neem Meliaceae (Azadirachta indica)	500-1200	20-35	0-1500	Adaptable a suelos de cualquier textura pero bien drenados; pH 6.5-7.5	Madera buena para muebles, apta para leña, insecticida natural, oleaginosa, medicinal y ornamental.
Pino Pinaceae (Pinus oocarpa)	750-2000	18-23	1000-2500	Especie pinera que se adapta a cualquier tipo de suelos, planos o quebrados, de pH neutro a ácido.	Gran potencial para reforestación se siembra para madera, semilla, resinas. Susceptible a fuegos y al gorgojo del pino.

Tigüilote Boraginaceae (Cordia dentata)	700-1800	24-29	0-900	Prefiere suelos francos y franco arcillosos, pero desarrolla en arcillosos y hasta pedregosos.	Usada como cerco vivo, es melífera, su madera es pesada y puede usarse en interiores.
---	----------	-------	-------	---	--

La siembra de árboles bajo sistemas agroforestales puede dar lugar al establecimiento de micro empresas, ya sea para producción de madera (construcciones), elaboración de muebles, artesanías en madera, venta de leña o elaboración de carbón; esto último estableciendo plantaciones energéticas.

Importancia del consumo de leña en el área rural.

La leña, íntimamente ligada a la deforestación, representa el recurso energético más utilizado por la población de los países subdesarrollados a nivel mundial y nuestro país no es la excepción. De acuerdo al balance energético de Nicaragua, la leña suma el 57.3% del consumo final de energía y el carbón vegetal el 1.4%. Estas cifras muestran la importancia que tiene la leña en la demanda energética, estimándose su consumo en unos 3.0 millones de metros cúbicos de madera, equivalente a 2.06 millones de toneladas métricas al año, siendo el principal usuario el sector residencial, el cual consume el 93.4%, en contraste con la poca incidencia del sector industrial. No obstante, debe reconocerse que el consumo rural “per cápita” de leña es tan significativo como el consumo urbano y de ello no se tienen cifras exactas; solo se puede asegurar que el consumo rural, incluyendo las zonas secas, es igual o mayor al de las ciudades por el más fácil acceso al recurso leña antes que a cualquier otro combustible, por ser el de mayor demanda para cocinar y por la inveterada costumbre de no consumir otros tipos de combustibles. El hecho de que la leña en el área rural no cuesta más que el esfuerzo de recogerla y que su uso y consumo son apenas tenidos en cuenta en la economía hogareña, hace que la leña tenga su propio entorno económico, ya que queda fuera del circuito

monetario rural. El consumo de leña en el campo continuará incrementándose, ya que no se presenta ninguna alternativa energética que la remplace.

Las plantaciones energéticas en las zonas secas.

De lo anterior podemos deducir la necesidad imperante de introducir en las fincas de las zonas secas, áreas destinadas específicamente a la producción de leña, es decir, plantaciones energéticas, con el objetivo primordial de que no se continúe eliminando el ralo y esparcido bosque secundario o terciario que aún queda, para dar oportunidad a una regeneración natural de las especies nativas.

En las plantaciones energéticas se utilizan especies que pueden tener o no propiedades maderables, son de rápido crecimiento y se acostumbran altas densidades de plantas y cortos ciclos de cosecha (cortes frecuentes), con el objeto de evitar que una gran parte de la energía fijada se pierda en los procesos metabólicos dirigidos a la formación de madera; así, se alcanzan altas producciones de biomasa, es decir de leñas para su uso en el hogar.

De acuerdo con lo anterior, las especies usadas en las plantaciones energéticas deben poseer determinadas características para tener éxito en la producción de leña. Entre ellas tenemos:

- Que sean especies de rápido crecimiento, sobre todo en los primeros años de edad.
- Que posean una gran capacidad de rebrote para que puedan resistir los cortes periódicos y las podas frecuentes.
- Deben ser de fácil establecimiento y tener facilidades de reproducción vegetativa.
- Se debe obtener un producto de óptima calidad y con un poder calorífico alto.
- Deben ser fáciles de secar (algo no difícil en las zonas secas) y con la propiedad de quemar lentamente y con poca producción de humo.
- Un factor importante y que muchos productores tratan de alcanzar en la selección de una especie con propósitos energéticos es que, además

de biomasa, proporcione otros productos, con el fin de compensar económicamente los primeros años de crecimiento de la planta. Una opción para lograr este último objetivo es la utilización de especies llamadas “de uso múltiple”.

Especies de uso múltiple a usarse en plantaciones energéticas. Entre las especies de uso múltiple y que se adaptan a las condiciones de las zonas secas tenemos (4):

- Eucalipto (*Eucalyptus camandulensis*). Sus hojas son de amplio uso en medicina: astringente, febrífugo y antiséptico, combate resfriados y bronquitis. Su madera, además de producir buena leña y carbón, se usa en construcciones en general.
- Guásimo (*Guazuma ulmifolia*) Considerada como una planta forrajera por su alto contenido de proteína cruda tanto en hojas (16%) como en fruto (8%); altamente palatable para el ganado. Tiene usos medicinales ya que sus frutos y raíces molidas son emolientes y antivermífugos. Frutos y corteza se usan contra diarreas, problemas intestinales. Su madera, además de producir buena leña y carbón, se usa para palos de escobas, como tutores en ciertos cultivos. Proporciona buena sombra.
- Leucaena (*Leucaena leucocephala*). Es una de las especies más versátiles en cuanto a su uso. Su follaje posee un alto contenido de proteína en hojas y tallo (20 a 30%) y una alta digestibilidad (60-70%); aunque contiene un alcaloide tóxico (mimosina) que impide su uso en cantidades mayores de 30% en dietas para ganado y de 5% para aves y cerdos. Es un buen fijador de N en el suelo y excelente preservador del mismo.
- Madero negro (*Gliricidia sepium*). Posee un alto contenido de proteína en sus tejidos (13% para tallos tiernos y 30% para hojas frescas) aunque presenta problemas de palatabilidad si se ofrece solo al ganado. La cocción de sus hojas se usa en tratamiento para diarreas y amebas. Es bueno como abono verde y un excelente fijador de N en el suelo.
- Neem (*Azadirachta indica*). Produce leña y carbón de excelente calidad, poco humo, la semilla se usa para la obtención de insecticida orgánico, madera para construcciones menores, muebles, postes. Proporciona buena sombra.

Ventajas de las plantaciones energéticas. Debido a sus múltiples aspectos benéficos, las plantaciones con fines energéticos, presentan muchas ventajas que el productor de las zonas secas puede aprovechar de manera adicional:

- Restituyen la fertilidad de los suelos.
- Impiden la acción destructiva de la erosión hídrica y eólica.
- Por tanto reducen el avance de las áreas secas evitando la desertización.
- Proporcionan forraje a los animales de la finca.
- Mejoran el clima en general, además de que crean un microclima a su alrededor.
- Poseen también otras ventajas, tales como el uso de suelos considerados como marginales, revalorización de las tierras, creación de algunas fuentes de empleos, eliminación parcial de la dependencia de combustibles difíciles de adquirir como el gas butano.



Fotografía 59. Árbol de Tigüilote

Fotografía 60. Acacia amarilla

16

La hidroponía familiar: un valioso aporte a la seguridad alimentaria en las zonas secas

La hidroponía o cultivos hidropónicos es una de las ramas de la Agricultura que ha alcanzado altos índices de desarrollo utilizando tecnología de punta, destacando las granjas hidropónicas de países desarrollados que por limitaciones climáticas o edáficas, o ambas, hacen uso de esta técnica para producir una variada cantidad de vegetales, hortalizas, flores y ornamentales, destinados la mayoría a los mercados regionales o internacionales.

No obstante, existe otro tipo de cultivos hidropónicos, a los que llamaremos Huertos Hidropónicos Familiares (HHF) que están comenzando a consolidarse en zonas marginales de los países subdesarrollados, como una opción en la lucha contra la pobreza y la desnutrición y están dirigidos a la población de bajos recursos localizadas en áreas urbanas y peri-urbanas con la finalidad de mejorar su nivel de vida (por ejemplo la hidroponía popular, impulsada por FAO en varios municipios de Managua como Ciudad Sandino).

Sin embargo, el enfoque que se desea dar a los HHF en esta obra, es el de utilizarlos en áreas rurales donde el suelo o el clima no son adecuados para la producción de hortalizas y vegetales, tales como las zonas secas, con serias limitaciones edáficas y climáticas (suelos pobres y escasez de agua), donde la mayoría de la población se caracteriza por su pobreza, en este caso pobreza

rural que es la menos vista y por tanto la más olvidada por los gobiernos y organismos nacionales. Esta pobreza lleva implícita serios problemas de desnutrición o malnutrición, donde se presentan dietas con excesos o limitadas en carbohidratos, con bajo o ningún consumo de fuentes de proteína de vitaminas y minerales, por la ausencia de las fuentes de estos nutrientes como verduras, hortalizas y frutas. Con la puesta en práctica de los HHF se puede contribuir a elevar la calidad de vida de las comunidades rurales de las zonas secas utilizando una alternativa de producción donde los limitantes agua y suelo se pueden superar con sistemas intensivos o semi-intensivos, asociando la producción a nuevas técnicas de cultivo sustituyendo el suelo por soportes artificiales y técnicas de fertilización no convencionales, y utilizando cantidades mínimas de agua, con posibilidad de reutilizarse.

¿Qué es la Hidroponía? Es una técnica que se basa en la Fisiología Vegetal, partiendo de la característica de que las plantas absorben los minerales esenciales por medio de iones inorgánicos disueltos en el agua; cuando esto ocurre en condiciones naturales, el suelo actúa como reserva de nutrientes minerales, pero el suelo en sí, no es esencial para que la planta crezca, excepto como soporte físico. Los nutrientes minerales provenientes de la tierra primero se disuelven en agua, luego las raíces de la planta son capaces de absorberlos, después los nutrientes minerales son introducidos dentro del suministro de agua de la planta; en esa etapa, el suelo ya no es indispensable para que la planta prospere. En base a estos principios fisiológicos, casi cualquier planta terrestre puede crecer con hidroponía, aunque algunas pueden hacerlo mejor que otras, dependiendo de su fisiología.

Dicho de una manera más sencilla, la hidroponía consiste en desarrollar cultivos que precinden de la tierra y que utilizan sustratos inertes como grava, arena o cascarilla de arroz, donde la planta es alimentada mediante una solución nutritiva disuelta en agua a través de riego por goteo o un sistema de reciclaje. Se considera que es una tecnología accesible, que puede llevar adelante cualquier persona sin conocimientos previos de agronomía y que se puede aplicar en todo tipo de clima para cultivar hortalizas, verduras, frutas, plantas aromáticas y medicinales, flores y ornamentales, tanto para autoconsumo como para su producción en gran escala.

Desde el punto de vista de producción hortícola, el cultivo hidropónico tiene la finalidad, y la alcanza, de conseguir una planta de calidad en el menor tiempo posible, con mínimos costos de producción.

Características que deben tener los HHF en las zonas secas.

- Los HHF deben verse como una alternativa productiva, no para remplazar a los cultivos tradicionales, sino para complementarlos.
- Deben ser orientados inicialmente a la producción familiar para el autoconsumo, mejorando la alimentación con vegetales frescos.
- Los HHF deben trabajar prescindiendo del suelo, usando la menor cantidad posible de agua, por lo que se consideran ideales para las zonas secas, donde los suelos y el agua ponen limitantes precisas a la producción agrícola convencional.
- Cuentan, con la ventaja de utilizar espacios pequeños; cualquier espacio expuesto a la luz solar es apropiado.
- Debe ser una técnica de bajo costo y fácil de aprender, para obtener resultados a corto plazo.
- Para su implementación se pueden utilizar materiales desechados, como recipientes plásticos, bidones, envases de gaseosas, cajones forrados con plástico, madera barata y sustratos inertes de bajísimo costo o descartables para otros fines (arena, grava, cascarilla de arroz); estos últimos cumplen únicamente la función de sostén de la raíz.
- La obtención de agua para usarse en los HHF, puede basarse en la misma técnica de recolección de agua de techos (agua de lluvia limpia).
- Deben basarse en la unidad familiar, con énfasis en las mujeres, promoviendo el autoempleo (mano de obra familiar ociosa) y el aprovechamiento sostenido de los escasos recursos que disponen, potenciando el desarrollo familiar y comunitario.
- Deben mejorar la dieta familiar en cantidad y calidad, sin incrementar los egresos debidos a alimentación; esto contribuye a mejorar el ingreso familiar.
- Si hay excedentes, pueden comercializarse, contribuyendo también al ingreso familiar.

No debe perderse de vista que los HHF pueden desarrollarse a una escala mayor para formar microempresas familiares productoras de verduras y otros vegetales que escasean en las zonas secas (igual como ocurrió con la fabricación de paneles y cocinas solares en Totogalpa, ahora convertidos en una microempresa). Ello crearía nuevas fuentes de trabajo.

Ventajas de los cultivos hidropónicos.

Son muchas, como veremos a continuación: - No dependen de los fenómenos meteorológicos ni de las estaciones anuales. - Sus costos de producción son menores que la producción convencional, ya que el uso de insumos es muy poco y no se usa maquinaria agrícola, por lo que el capital requerido es también menor.- Se obtiene un mayor número de cosechas por año. - Requieren menor espacio y menos mano de obra. - Demandan mucha menos agua, ya que esta se recicla. - La producción es higiénica, libre de patógenos y contaminantes. - Su impacto ambiental es mínimo. - La recuperación de la inversión es pronta y segura. - Con una adecuada capacitación y equipo mínimo, el cultivo hidropónico está al alcance de las familias pobres de las zonas secas. - Proporciona una respuesta concreta a los requerimientos de verduras y vegetales que no pueden cultivarse en las zonas secas, con la ventaja de que son frescos y sin contaminantes (la hidroponía se practica a una altura de un metro sobre el suelo). - Responde afirmativamente a alcanzar la seguridad alimentaria en esas zonas donde la agricultura convencional es restringida. - Algo muy importante es que pueden dar lugar a la creación de nuevas industrias fabricantes del kit de cultivo hidropónico a nivel familiar.

También presenta **desventajas**, las que hay que mencionar:

Si se compran los “kit hidropónicos” que venden las casas comerciales o se obtienen por Internet, la inversión inicial es alta, sobre todo cuando se inicia a nivel comercial. - A nivel familiar, para los habitantes de las zonas secas, con mínimos niveles de ingresos, existe la alternativa de uso de materiales usados, descartados y/o reciclables, eliminando esta desventaja. - Se requiere de un determinado conocimiento técnico, por lo que la capacitación inicial es indispensable. - Si ocurre cualquier tipo de infección en la solución nutritiva, no se afecta a una sola planta, sino que colapsa todo el cultivo. - Se requiere una constante reserva de agua y de los nutrientes que se usan. - Que no existan centros distribuidores de los nutrientes necesarios, o que tengan precios muy

altos (esto puede superarse con la preparación de soluciones nutritivas con asesoría técnica (universidades, centros de investigación).

Estrategia a seguir para la implementación de un programa de hidroponía en las zonas secas.

La estrategia del proyecto debe basarse en desarrollar el concepto del HHF, con las siguientes estrategias (pueden haber muchas más de las que acá se citan):

- Que permita integrar a la familia de escasos recursos alrededor de esa nueva fuente de alimentos y verla como una unidad de producción tan valiosa como las que desarrolla en el campo con los cultivos convencionales, como maíz y frijoles.
- Que con sus limitados recursos (mano de obra familiar, a veces ociosa), convierta sus esfuerzos, el espacio disponible y los materiales que consiga, en algo productivo, todo sumado a una tecnología innovadora de producción hortícola, como es la hidroponía.
- Desarrollar en los productores de las zonas secas las habilidades necesarias para que logren su autoayuda trabajando por el mejoramiento de sus condiciones de vida, independizarse y no depender de ayudas por parte del Estado o depender de la ayuda de ONGs que, aunque con buenas intenciones, propician la dependencia de ayuda externa (en vez de dar el pescado, enseñar a pescar).
- De mucho peso es el aspecto de género: involucrar a las mujeres de la familia, jóvenes o adultas, en el manejo y operación del HHF.

La promoción de los HHF debe hacerse por etapas que incluyan:

- **Motivación:** muy probablemente la hidroponía sea poco conocida en muchas partes de las zonas secas, por lo tanto hay que comenzar por una actividad de difusión de las ventajas de los HHF a las potenciales familias interesadas en el proceso (videos, presentaciones en power point).
- Una adecuada **capacitación** dirigida a una hidroponía simple, nada engorrosa, haciendo énfasis en que todo se hace para su bienestar y

para la obtención de sus propios alimentos de óptima calidad. Existen experiencias en este aspecto que deben capitalizarse y aprovecharse; mencionaremos dos cursos que ya han brindado instituciones involucradas en los temas de alimentación y nutrición: el “Manual de Cultivos Hidropónicos Populares: producción de verduras sin usar la tierra”, publicado por el INCAP en abril de 1997; el otro es un curso audiovisual publicado por la FAO en 2003: “La Huerta Hidropónica Popular”. La capacitación debe comprender un módulo práctico en el que se construya con materiales de la zona, hasta donde sea posible, un sistema hidropónico de tamaño familiar. Los educandos deben cooperar con los materiales, que, como se mencionó antes, no son nada sofisticados.

- Existencia de un **compromiso moral**. Al recibir dicha capacitación teórica y práctica, las familias involucradas deben asumir el compromiso de construir su HHF en su casa, en un plazo no mayor a los 30 días.

Resultados a esperar con la introducción de la hidroponía en las zonas secas.

- Que haya una buena receptividad y posterior cumplimiento de compromisos. Se debe constatar un alto grado de cumplimiento del compromiso moral asumido por las familias involucradas y en un alto porcentaje. Este aspecto es particularmente importante, porque se está verificando la aceptación de una tecnología desconocida y su posterior adaptación a las condiciones propias de los pobladores de las zonas secas.
- Que en un corto a mediano plazo se constate una mejora en la dieta familiar; para ello se deberá contar con la asistencia de un (a) nutricionista que conozca de antemano las carencias nutricionales de la población y en base a ello, indique los vegetales que deben cultivarse de acuerdo a su composición química y valor nutritivo.
- Igual que en el caso anterior, debe observarse una mejora del ingreso familiar, que debe verse desde diferentes puntos de vista: - En la mayoría de los casos las familias no han ganado dinero, pero obtienen los vegetales para su consumo, mejorando la dieta familiar

y han generado los recursos para pagar los gastos ocasionados por la instalación del HHF (también debe contemplarse que una mejor alimentación previene de enfermedades y disminuye gastos en medicinas) -. En otros casos puede darse un canje de lo cosechado por otros alimentos, mejorando aún más su dieta.

- Debe determinarse el tamaño del HHF que cumpla con abastecer a la familia y/o suministrar productos para su comercialización y que genere ingresos; eso lo da la experiencia obtenida por cada familia.

Con la instalación y uso de los HHF, deben derivarse también muchos resultados indirectos, que por eso no son menos importantes:

- **Mejora de la autoestima familiar.** A los usuarios de los HHF, que los manejan con sus propias manos, al comenzar a ver resultados concretos, es decir consumir sus propias verduras de buena calidad, les debe generar una gran satisfacción y autoestima, sobre todo si los actores principales son mujeres y/o niños, además de ganarse el respeto de resto de miembros de la familia; hacen, nada más y nada menos, que la alimentación y bienestar general de su familia mejore sustancialmente.
- La hidroponía posee un **efecto motivador**, ya que es una tecnología nueva, que no es del dominio popular y que genera una forma de producción limpia y, sobre todo, posee algo especial: impulsa el carácter innovador que ayuda a despertar curiosidad, provoca un desafío personal de alcanzar una meta, genera liderazgo y es bien vista por toda la comunidad. Una vez que la familia o uno o varios de sus miembros dominan la técnica del HHF, les permite desarrollar su propia inventiva personal para la utilización de diferentes materiales y espacios, retroalimentando su propia motivación y mejorando el trabajo y el funcionamiento del HHF.
- Produce un **efecto multiplicador**. Los primeros participantes en cada comunidad que adopte la hidroponía, a medida que transcurre el tiempo y con una asistencia técnica adecuada, van adquiriendo más destrezas y experiencias, transformándose, de manera espontánea, en los grandes difusores de la nueva tecnología a sus vecinos por varias vías: -- En primer lugar, porque posee y maneja un sistema de

producción original y hasta curioso, que le da una nueva posición.

- Demuestra al resto de los vecinos el haber construido por ellos mismos, la familia, una nueva fuente de alimentos de calidad y muy nutritivos.
- Esa experiencia real y palpable despierta también la curiosidad y el estímulo de los vecinos para imitar los valores positivos experimentados por otros.
- En cuarto lugar, poseen la capacidad de transmitirle a ese vecino el conocimiento de la tecnología, de manera sencilla, porque ya saben hacerlo y como consecuencia y gracias a esos valores positivos, se generan liderazgos, lo cual es un componente social muy importante.
- Por último, crean el espíritu de competencia entre otras comunidades que no desean quedarse atrás y tratarán de imitarlos o mejorarlos.

Algunos elementos técnicos considerar. Existen algunos criterios importantes que deben ser tomados en cuenta para obtener mayor eficiencia, mejores resultados y éxito en el producto final que se desea conseguir; se mencionan de manera general los siguientes:

- Existen dos métodos para hacer hidroponía: el método de sustrato sólido y el método de raíz flotante. El uso de cada uno de ellos estará determinado por el tipo de plantas que se van a cultivar y por el equipo con que se cuenta. El primero es el más fácil de emprender.
- Muchas de las labores previas a realizar, son las mismas que se llevan a cabo cuando se cultivan hortalizas por el método tradicional: preparación, siembra y manejo del almácigo, siembra directa o trasplante. Luego están las labores del sistema hidropónico propiamente dicho, en el que sobresale la preparación y mezcla de sustratos (método de sustrato sólido), nutrición de las plantas (preparación de soluciones nutritivas y periodicidad de aplicación) y el control de plagas y enfermedades, si se presentan.
- La idea de que los cultivos sin tierra, sólo se pueden obtener en condiciones de invernaderos forrados y techados con plásticos, no es complemente cierta. Por experiencias conducidas en Nicaragua y, en otros países, se conoce que es posible obtener buenas producciones a la libre exposición, siempre y cuando las plantas estén adaptadas a las condiciones ambientales del lugar donde se cultivan.

- El uso de la cubierta plástica es necesario solo cuando se cultivan plantas fuera de las condiciones a las cuales están adaptadas y cuando se desea evitar los riesgos de infecciones y ataques de algunas plagas y enfermedades.
- Un aspecto importante es ubicar el HHF en un lugar donde reciba como mínimo seis (6) horas de luz solar. Para esto es recomendable utilizar espacios con buena iluminación, evitando los espacios sombreados, los lugares inmediatos a casas u otras construcciones y los sitios expuestos a vientos fuertes.
- Es también muy importante ubicarlo cerca de la fuente que suministrará agua, con el fin de evitar el esfuerzo de transportar los volúmenes de agua requeridos, así como el tener a mano las soluciones nutritivas.
- Deben prevenirse ataques de pájaros, que pueden producir daños importantes, especialmente cuando se utiliza un sustrato sólido como cascarilla de arroz; el espantapájaros siempre ayuda.
- Ubicar el HHF lejos de focos de contaminación como basureros, aguas servidas o estancadas, perreras, corrales, porquerizas, etc.
- Es muy importante y se recomienda que el lugar destinado al HHF esté cercado, para impedir la entrada de animales domésticos (aves de corral, cerdos, perros, gatos) o personas irresponsables. Este es uno de los elementos limitantes para iniciar y hacer prosperar una HHF. Si no es posible cercarlo y asegurarlo, se recomienda no iniciar ningún esfuerzo, porque tarde o temprano éste será perdido, generándose una gran desmotivación y dando un mal ejemplo al resto de la comunidad.
- Las familias que, además de mejorar su alimentación, deseen obtener ingresos adicionales a través de un HHF, deberán planear una mayor producción, para lo cual es necesario disponer de mayores espacios. En estos casos, el resto de criterios ya mencionados, siguen siendo los mismos.
- El espacio físico no debe ser un factor limitante para los cultivos hidropónicos, sobre todo en comunidades rurales donde las casas poseen amplios patios, contrario a la hidroponía urbana. Es posible establecer un HHF en un área que varía de 10 a 20 metros cuadrados.

Cuando se desea obtener ingresos adicionales, a través de la comercialización de la producción, hay que pensar en áreas de 50 a 100 metros cuadrados a más, si se piensa en una microempresa basada en los HHF, puede ser de unos 200 metros cuadrados para comenzar.

El aporte de mano de obra familiar en los HHF.

Un aspecto importante en la planificación de un HHF es poder cuantificar el aporte promedio de cada familia, de lo cual dependerán en parte las dimensiones del HHF y hacerlo funcionar adecuadamente. El siguiente Cuadro muestra valores promedio de inversión de trabajo familiar en HHF de dos dimensiones: de 15 y de 30 metros cuadrados:

Cuadro 27. Inversión de trabajo familiar en un HHF		
Horas de trabajo familiar en el HHF	de 15 m ²	de 30 m ²
Instalación (única vez)	20	56
Horas diarias de mantenimiento	1/2	3/4
Total horas en 365 días	202	330

Como puede observarse, el tiempo a invertir en relación a los productos a obtener, es poco y el HHF puede brindar la oportunidad de hacer productivo el tiempo disponible de las amas de casa y de los niños o jóvenes de la familia, que son los que permanecen más tiempo en la casa.

Se puede concluir que el establecimiento y operación de los HHF en las comunidades de las zonas secas, sería un valioso aporte a la seguridad alimentaria en esos sitios; ello se debe principalmente a la capacidad de cultivar productos hortícolas frescos y sanos sin grandes inversiones. No se debe dejar pasar la mejora en la autoestima de las familias a involucrar, sino que además, esto les brindaría la oportunidad a formas de organización y de gestión (microempresas) que generan procesos culturales de promoción personal y de superación de la pobreza. En el aspecto de género, las mujeres, adultas o jóvenes, pueden jugar un rol preponderante por su participación en la mejora en calidad y cantidad de la alimentación familiar. Por experiencias,

se sabe que el equipamiento de un HHF es relativamente económico al hacer uso de materiales al alcance de cualquiera; si hay que recalcar que en las etapas iniciales se requiere de una asistencia técnica formal y sostenida.



Fotografías 61 y 62. Resultados de un HHF: cultivo de lechugas en sustrato sólido; (izq) y cultivo de lechugas por sistema de raíz colgante (der). Nótese que en ambos casos se usan cajones de madera cubiertos de plástico, nada sofisticado y al alcance de cualquiera.

Forraje Verde Hidropónico (FVH).

El Forraje Verde Hidropónico es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales, como el sorgo, trigo, avena y maíz, el cual se desarrolla en un período de 10 a 12 días, captando energía del sol y asimilando los minerales contenidos en una solución nutritiva. El proceso de producción del FVH está comprendido dentro de un concepto nuevo de producción, ya que no se requiere grandes extensiones de tierras, periodos largos de producción ni formas de conservación y almacenamiento. El FVH es destinado para la alimentación de todo tipo de animales que requieren forraje: conejos, vacas lecheras, caballos de raza, ovinos, caprinos, etc. Como se verá a continuación, puede ser una respuesta a los ganaderos de las zonas secas que posean poca cantidad de animales, como vacas o cabras lecheras.

Ventajas del FVH.

- Es un forraje de alta calidad y valor nutritivo superior a otros forrajes (ver Cuadro 28); se suministra al ganado en forma completa (hojas, tallos, semillas y raíces) constituyendo una fórmula completa que contiene carbohidratos, azúcares, proteínas, minerales y vitaminas. Su aspecto, sabor, color y textura le confieren gran palatabilidad, a la vez que aumenta la asimilación de otros alimentos.
- Se produce en un espacio reducido. El sistema permite una siembra de alta densidad: 5 kg de semilla/m². Esta producción se realiza en bandejas colocadas en estantes; por ejemplo en un invernadero con 480 bandejas, donde se logran producciones de 500 kg/día, requiere un área total de 75 m², esto equivale a 182,500 kg de forraje fresco al año. Si comparamos esta área a la requerida para producir alfalfa en un campo agrícola y considerando un rendimiento de 60,000 kg/ha de alfalfa al año, entonces un invernadero de 75 m² para la producción de FVH equivaldrá a 3 hectáreas (30,000 m²) de terreno agrícola para la producción de alfalfa.
- Requiere poco agua. En un sistema de producción de FVH el agua utilizada es recirculada bajo un sistema de riego automatizado, realizando riegos de solo 3 minutos diarios (este riego automatizado se puede remplazar por un riego manual bien calculado). Se estima que para producir, 1 kg de maíz forrajero, en campo abierto, se requieren 150 litros, ya que hay pérdidas por percolación, escorrentía, evaporación y evapotranspiración. Mientras que para producir 1 kilo de forraje verde hidropónico, se requiere solo 2 litros de agua. Como se observa, la ventaja de este sistema para producción de forraje en zonas secas, es obvia.
- Requiere mucha menor inversión. No se requiere de la compra de terreno alguno, ya que con solamente un módulo de 480 bandejas, ello equivale a la producción de tres hectáreas de terreno. Si ya se cuenta con esas tres hectáreas, pueden dedicarse a otra actividad, recordando que en las zonas secas, la irrigación de 3 hectáreas presenta muchas limitantes, siendo la primera la escasez de agua.

Cuadro 28. Valor nutritivo de FVH en comparación con otros forrajes

	FVH	Alfalfa	Maíz
Proteína %	19.4	18.4	8.8
Energía (NDT) %	75	60	70
Grasa %	3.15	2.14	1.9
Digestibilidad %	90	65	60

El sistema de FVH sería una solución muy concreta en las zonas secas donde se presentan problemas de disponibilidad de forrajes por la escasez de agua, sobre todo con sequías muy prolongadas. Este sistema permitiría alimentar a vacas lecheras o cabras lactantes, consiguiendo así la seguridad alimentaria para la familia.



Fotografía 63. Estantes de hierro que soportan 480 bandejas con FVH, en solo 75 m².

17

Cultivos en tuneles: otra oportunidad de mejorar la SAN en las zonas secas

En la gran mayoría de casos que se presentan en la Agricultura, el medio ambiente impone ciertas restricciones para un buen desarrollo de las plantas cultivadas. Para minimizar esos impedimentos naturales, se han creado tecnologías tales como la denominada “Agricultura Protegida” que, como su nombre lo indica, es aquella que se realiza bajo estructuras artificiales que defienden a los cultivos de los agentes externos con el fin de brindarles las condiciones óptimas para que puedan expresar al máximo su potencial genético, lo que es igual a mayores rendimientos y productos de mejor calidad. Una de estas tecnologías, acompañada de otras técnicas (riego por goteo por ejemplo), es la de los **cultivos en túneles**.

En las zonas secas se presentan varias restricciones a la agricultura convencional tales como las lluvias esporádicas y escasez de agua, suelos de baja fertilidad no apropiados para agricultura (Vertisoles) o de relieve escarpado, entre otras; todo ello repercute negativamente en la producción agrícola de esas regiones, provocando escasez de alimentos, mala nutrición y a veces hasta hambrunas.

¿Qué son los túneles? Son estructuras portátiles hechas con materiales comunes que combinan tubos galvanizados con plástico y tela anti virus o tipo mosquitero, para desarrollar una estructura que permite un mayor

control sobre los cultivos, con mejor calidad fitosanitaria y mayor defensa ante agentes climáticos (sequía prolongada, vientos, lluvia intensa en cortos períodos de tiempo). También pueden usarse materiales más económicos ya que los tubos galvanizados pueden remplazarse por tubo corriente cubierto con un anticorrosivo (si el tubo se oxida puede dañar el plástico, la cabuya y la tela anti virus o de mosquitero); también pueden usarse maderas como níspero, laurel, etc.

Características de los túneles. Estas estructuras, se caracterizan por su sencillez, su bajo costo, su fácil operación y manejo y por su versatilidad y movilidad. La figura 21 muestra el diseño de un túnel tipo artesanal que puede ser construido y luego armado por personas con pocos conocimientos, basta una corta capacitación, debido a la simplicidad de sus componentes. Se han instalado muchos túneles del tipo mostrado en la Figura 21 en Nicaragua, principalmente en las zonas productoras de hortalizas como Sébaco, Matagalpa y Jinotega, en zonas productoras de flores y ornamentales como Masaya y Carazo y en la zona seca cercana a Somotillo, en Chinandega, donde se usan para producción de plántulas.

Una de sus características principales de los túneles es que se utiliza un perfil en forma de arco para facilitar la colocación del plástico y su amarre, y permitir el fácil escurrimiento del agua de lluvia, aunque se pueden usar perfiles triangulares. Estas estructuras se colocan a nivel del piso, donde el aire es más fresco. El objetivo es que a medida que las temperaturas suben, el aire caliente pesa menos y sale por entre la tela, colocada a ambos lados del túnel y por las puertas.

En épocas muy calientes, cuando la temperatura ambiental supera los 30°C, se enrolla y levanta el plástico de los lados, hasta la mitad del túnel, para permitir una mejor ventilación; también se pueden quitar la tela y las puertas colocadas en las cabeceras del túnel y se deja la parte del techo cubierta con plástico; todo ello para permitir una mayor aeración y ventilación.

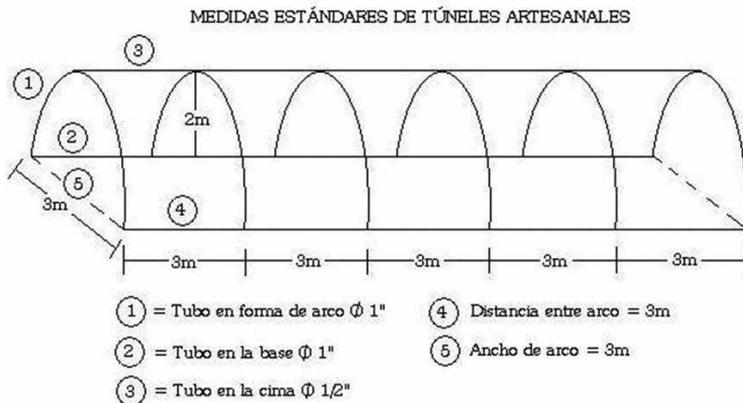


Figura 21. Diseño de un túnel de 15 metros de longitud y tres metros de ancho (cortesía Ing. Alí Valdivia)

Ventajas del uso de túneles en las zonas secas. El uso de estas estructuras en las zonas secas tendría por objeto mejorar sustancialmente la dieta diaria sumándole verduras y hortalizas (tomates, lechugas, pepinos, etc.), que normalmente no pueden cultivarse por limitaciones climáticas o edáficas o ambas. Mencionaremos algunas:

- Permiten obtener varias cosechas al año, con altos niveles de productividad.
- El túnel protege al cultivo de las lluvias (cuando caen de manera imprevista en las zonas secas), el polvo, el exceso de sol y de la exposición a ataques de plagas; por ejemplo, en verano protegen al cultivo de plagas como la mosca blanca. El control de estos factores permite una mejor planificación de la producción.
- Los cultivos en túneles son un recurso que no perjudica el medio ambiente, ayuda a satisfacer la demanda de productos que tradicionalmente no se producen localmente y lo hacen de manera sustentable.
- Los túneles se complementan de manera muy eficiente con el sistema de riego por goteo el cual es el más económico en el uso del agua (ver foto 65), reducen las plagas, las enfermedades y el uso de fertilizantes.

- Una vez que se logra establecer estas estructuras para proteger los cultivos, es más fácil modificar y controlar las condiciones medioambientales, brindando a las plantas las mejores condiciones para su desarrollo.
- Si se observa que los costos de establecimiento de un túnel son muy altos, el sistema acepta cambios como reducir el diámetro de los tubos que se van a utilizar (por ejemplo de una pulgada a media pulgada) y la tela antiviral puede cambiarse por tela de mosquitero, etc.
- Los túneles pueden usarse también para establecimiento de semilleros para incubación cuando el cultivo a establecer necesita de trasplante; para manejar un buen trasplante, además de la manipulación del ambiente, debe controlarse el agua, temperatura y fertilizantes; esas facilidades las brinda el uso de túneles (Fotografías 64).



Fotografía 64 y 65. Túnel equipado con camas y bandejas de germinación para posterior trasplante (izq) y cultivo de tomates en túnel (nótese el sistema de riego por goteo).

- Los túneles sirven también para los cultivos “tutorados” (tomate, sobre todo tomate de crecimiento indeterminado, melón, pepino), con tal de que no superen 1,70 metros, de altura puesto que las flores y brotes superiores podrían ser “quemados” si se encuentran muy cerca de la cobertura superior.

- Debido a su área reducida, los túneles se prestan para realizar la técnica de “solarización”, para desinfectar los suelos, lo que redonda en más economía y mayor y mejor producción.
- Por la misma razón también se prestan para implementar la práctica de usar cintas plásticas (acolchado) para revestir las “camas”, realizando de esta manera un efectivo control de malezas sin aplicar ningún químico (fotografía 66). La impermeabilidad del material plástico evita la evaporación del agua del suelo lo que le convierte en un buen regulador hídrico y economizador de agua.
- El suministro de agua (uno de los bienes más apreciados en las zonas secas) para el riego por goteo se puede realizar sin ningún gasto de energía, simplemente por gravedad ubicando barriles plásticos o metálicos sobre una plataforma (metálica o de madera) cercana al túnel (Foto 67). Este sistema es de lo más económico en el uso del agua.
- La producción en túneles se adapta al tipo de productor pequeño con alta disponibilidad de mano de obra familiar y puede ser una opción para mejorar sustancialmente la dieta familiar con productos de calidad.



Fotografías 66 y 67. Revestimiento de “camas” con cinta plástica dentro de un túnel (izq) y demostración de cultivo en túneles en Sébaco (der); nótese la fuente de agua para el riego por goteo: un tonel plástico de 52 galones.

Una desventaja es que, entre los materiales que se usan en el túnel, el plástico es el que se deteriora más pronto, aunque el envejecimiento de los plásticos va a depender de una serie de factores como los agentes atmosféricos a que está expuesto, grosor de la lámina, estación del año, orientación y manejabilidad de los túneles, sistema de anclaje y sujeción de la lámina, pero lo que más lo dañará, será la intensa radiación solar.

Ubicación del túnel.

Por ser estructuras portátiles se pueden colocar en espacios pequeños, planos o con una ligera pendiente, ubicándolos cerca de la fuente de agua, en un lugar cercano a la vivienda donde pueda vigilarse.

Como cualquier túnel convencional se debe considerar la dirección del viento; se sugiere que se oriente conforme la entrada y salida del viento, el diseño es aerodinámico siempre y cuando esté ubicado de la manera correcta. Si el túnel está orientado de forma perpendicular al viento, éste golpeará contra el mismo y fácilmente puede dañarlo o hasta arrastrarlo. Una correcta orientación permite que el viento pase a lo largo de las hileras del cultivo y de un lado al otro del túnel. Hay que recordar que las hileras se siembran también en la dirección del túnel.

Si en la comunidad donde se tratará de introducir la tecnología de túneles y ésta es desconocida, debe implementarse una estrategia a seguir y una promoción de la técnica, tal como se describe en la sección de huertos hidropónicos familiares (HHF). La asistencia técnica en los primeros pasos de la introducción del cultivo en túneles, es muy necesaria y no debe pasar por alto en cualquier proyecto de esta naturaleza, lo que no debe ser ningún problema ya que existen muchos técnicos preparados y con experiencia en el tema. Además, en la zona de Totogalpa (Madriz) ya se conoce la técnica de cultivo en túneles, donde varios agricultores de ese municipio, ante los grandes fracasos con los cultivos tradicionales de granos básicos (maíz, frijoles y sorgo), debido a constantes temporadas de sequía y la desaparición paulatina de las fuentes de agua, optaron por introducir una nueva tecnología y un nuevo cultivo, en este caso tomate, con resultados satisfactorios tanto en producción como en comercialización del producto; para ambos objetivos obtuvieron la ayuda de un ONG.

Los resultados que se esperan del uso de túneles para mejorar la dieta con el cultivo de verduras y hortalizas también deben ser los mismos: que haya una buena receptividad, que en un corto a mediano plazo se constate una mejora en la dieta y en el ingreso familiar. Los resultados indirectos que se esperan deben ser los mismos que se mencionaron en el caso de los HHF: mejora de la autoestima, efecto motivador y, multiplicador.

El uso de túneles también se presta para la conformación de pequeñas empresas familiares para la producción y comercialización de hortalizas y otros vegetales, la que, con el tiempo y la experiencia, pueden ampliarse; también puede orientarse la microempresa destinadas a la producción y venta de plántulas, una especialización que ya se practica a escala comercial. Desde el punto de vista comercial, con el uso de túneles se pueden conseguir productos fuera de temporada, lo que significa obtener un beneficio económico mayor por parte del agricultor. Hay casos de pequeños productores que iniciaron con un túnel de 45 metros cuadrados y más tarde eran poseedores de seis y más unidades en producción, con una amplia diversificación de la oferta de productos.

18

La ganadería en las zonas secas

Ganadería y SAN. La crianza de ganado, mayor y/o menor, por parte de las familias productoras de las zonas secas, contribuye de manera decisiva a la seguridad alimentaria y nutricional de sus hogares. Los alimentos de origen animal: carne, leche y sus derivados, huevos, consumidos hasta en pequeñas cantidades, pueden mejorar el estado nutricional de esas familias de bajos ingresos, ya que proporcionan proteínas con una gran variedad de aminoácidos y micronutrientes como hierro, zinc, vitamina A, vitamina B12 y calcio, nutrientes muy necesarios que no pueden ser suplidos por la dieta que acostumbran a base de granos básicos, sobre todo maíz, sorgo y frijoles. También hay que considerar que el ganado vacuno es una de las especies más eficaces al ser capaces de transformar los rastrojos de cosechas, pastos, forrajes u otros subproductos de la finca, en alimentos de calidad para los humanos y materia prima para la industria.

No obstante, en las zonas secas del país, con períodos de sequía prolongados, la oferta de pastos, forrajes en general y agua para el ganado, se vuelven deficitarias en cantidad y calidad, repercutiendo de manera negativa en las pequeñas explotaciones pecuarias, lo que resulta en una disminución de la eficiencia productiva (peso al destete, ganancia de peso o producción de leche por día) y reproductiva (intervalo entre partos, tasas de concepción), que sufre el ganado en estos períodos. Esto se convierte en un círculo vicioso, ya que cuando el ganado inicia su etapa de recuperación durante el corto período de lluvias, la sequía se presenta de nuevo impidiendo esa recuperación, influyendo de nuevo de manera negativa en la eficiencia productiva y reproductiva y en

el tamaño del hato. Todo esto hace eco en la diaria alimentación de la familia, provocando las conocidas secuelas de la desnutrición (ver Figura 12).

Características de la ganadería de las zonas secas. La ganadería en estas zonas es, en su gran mayoría, de doble propósito (leche y carne), representada por una heterogénea genética basada en ganado criollo y cruces con razas cebuinas (*Bos Indicus*) como Brahman y algunas razas lecheras (Holstein), incluso razas de doble propósito como Santa Gertrudis. La Carga Animal, es solo de un animal por manzana y a veces menos; se debe en gran parte a la continua escasez de pastos y a la mala calidad de éstos. En lo referente a la producción de leche, una proporción significativa de fincas de pequeños ganaderos dejan de producir leche durante la época seca, siendo las razones principales para esta situación la falta de alimentos y, en algunos casos, de agua para los animales. Cuando se continúa produciendo leche, las vacas generan de 1.5 a 3 litros por animal.

La alimentación del ganado se basa en pastos nativos de muy bajo valor nutritivo como jaragua, retana y otros. Complementan la alimentación con rastrojos de cosechas, principalmente de maíz o sorgo y frijoles provenientes de sus mismas siembras y no pocas veces hacen uso de la paja de arroz (en áreas secas cercanas a explotaciones arroceras), material que también es de muy bajo valor nutritivo. Este tipo de alimentación no proporciona ni siquiera el mantenimiento corporal del animal, sino que ocurren bajas en peso y en producción lechera. Algunos productores complementan la alimentación del ganado con la adquisición de pacas de heno, principalmente heno de pasto estrella, incurriendo en gastos para su adquisición. Respecto al uso de pastos mejorados, esto ocurre solo en fincas de medianos a grandes ganaderos, pero no con las pequeñas explotaciones. El uso de otras prácticas de alimentación como el de bancos forrajeros (de proteína y energía) no se da en las zonas secas del norte del país (Madriz, Nueva Segovia, Estelí) o se da muy poco; aunque sí se practica más en las zonas secas de Boaco, Chontales y Managua. La henificación y el ensilaje son prácticas conocidas, pero se hacen de manera rudimentaria, sin explotar al máximo sus beneficios. Los concentrados comerciales, indicados para usarse en las épocas de sequía, aunque son conocidas sus bondades, también saben de lo elevado de sus precios, lo que hace prohibitiva su utilización; algunos ganaderos medianos y grandes hacen uso de este recurso.

Algo que a veces pasa inadvertido, es la presión por las pocas fuentes alimenticias con que cuenta el ganadero de las zonas secas, ya que rempazan la mecanización de los cultivos por el uso de bueyes y caballos que demandan volúmenes importantes de alimento. Lo mismo ocurre con la disponibilidad de agua para el ganado, convirtiéndose su escasez en un factor importante que limita la carga animal y la producción de leche y carne, especialmente durante sequías muy prolongadas. Algunos ganaderos grandes y medianos, tienen en sus fincas reservorios permanentes o temporales para el suministro de agua a los animales. Los pequeños productores, por el contrario, frecuentemente tienen que mover sus hatos a grandes distancias, en busca de agua en fuentes como ríos y reservorios comunitarios, lo que significa en un desgaste energético para los animales y por tanto una reducción significativa en la producción de leche, carne y crecimiento.

Efecto de la sequía sobre los pastos.

Los factores climáticos que ejercen mayor influencia en el crecimiento de los pastos, son: régimen de lluvias (precipitación), temperaturas prevalecientes e intensidad de luz solar. Los mayores rendimientos en el pastizal se obtienen después del inicio del período de lluvias, se mantiene por unos meses y luego descienden a medida que disminuyen las precipitaciones. Durante los períodos de sequía, ésta ejerce varios efectos sobre los pastos que, aunque de poco valor nutritivo, son la base y el sustento de la ganadería de esas zonas: durante la sequía los pastos tienen una corta duración y son insuficientes en volumen como forraje para los animales, disminuye su contenido de proteína y el contenido de fibra aumenta rápidamente, disminuyendo la digestibilidad, desmejorando su calidad y su valor nutritivo. Por aparte, la calidad de los pastos que crecen en nuestro medio es inferior al de los que se explotan en climas templados. Un factor determinante en este caso es el alto contenido de fibra en los pastos tropicales y la rapidez, debido al intenso crecimiento de la planta (gran cantidad de luz solar), en que la celulosa se lignifica, disminuyendo sustancialmente el valor nutritivo del pasto. Está comprobado que el sistema digestivo de las razas cebuinas, que por su reducido tamaño tiene gran influencia en el hábito de pastoreo (pastoreo continuo), les permite hacer una mejor utilización de los forrajes fibrosos, característicos de zonas secas.

Efectos de la sequía sobre el ganado y mecanismos de auto-defensa.

Los efectos del calor sobre los animales en un ambiente seco podemos resumirlo, definiendo el fenómeno fisiológico de la “Homeostasis”: los organismos vivos solo funcionan adecuadamente dentro de ciertos límites (zona de confort) y las células vivas, igual que organismos pluricelulares perfectamente adaptados, tienen la capacidad de controlar las fluctuaciones en su medio interno para asegurar un balance de sus funciones. El mantenimiento de este balance se llama Homeostasis y los procesos que intervienen en él se denominan homeostáticos, ya que todos los sistemas del organismo trabajan de manera sincronizada para lograr ese balance interno. Los bovinos, como todos los organismos homeotermos, mantienen su temperatura relativamente constante, como resto de mamíferos y las aves (37°C a 40°C).

Como primer paso para comprender mejor el efecto del calor sobre los bovinos, hay que recordar que las razas de origen europeo (*Bos Taurus*) se desenvuelven satisfactoriamente en temperaturas que oscilan entre 1 y 16°C, mientras que la zona de temperatura confortable para las razas cebuinas (*Bos Indicus*) oscila entre los 10 y los 27°C. Cuando los animales se exponen a temperaturas más altas que las de los límites de confort para cada caso en particular, se activa el mecanismo termo-regulador y se alteran muchos procesos fisiológicos. Lo anterior nos indica que en las zonas secas la ganadería debe basarse en razas cebuinas como los Brahman, Nelore, etc., o en cruces que involucren a estas razas. El cruzamiento entre razas europeas y cebuinas deriva en un producto que resalta las características positivas de ambos grupos raciales y minimiza las negativas, además, los animales híbridos demuestran un vigor adicional (heterosis) en rasgos productivos que es máximo en la primera cruce, aunque en los apareamientos subsiguientes la heterosis se diluye a la mitad y hay que hacer nuevos cruces.

Las razas cebuinas y sus cruces se caracterizan por la resistencia al calor y a ectoparásitos, facilidad de parto, longevidad, bajo desempeño reproductivo y menor calidad de la carne en comparación con las razas europeas, pero éstas superan a las cebuinas en precocidad sexual y calidad de carne, aunque en regiones con alta temperatura ambiental, como las zonas secas, demuestra intolerancia al calor, menor vitalidad de los terneros al nacer y debilidad ante los ecto y endo-parásitos.

Cuando las temperaturas alcanzan los 27 °C y los 35 °C, para razas europeas y cebuinas respectivamente, el sistema termo-regulador comienza a defeccionar, la temperatura rectal se eleva, hay pérdida de apetito a pesar de que los requerimientos energéticos aumentan, hay sed y el crecimiento y la producción de leche se ven disminuidos. ¿Qué hace el ganado para defenderse de esa molestia? Lo hacen a través de los mecanismos homeostáticos de control de la temperatura corporal que poseen, de diferentes maneras tales como:

- Enfriando el cuerpo alejándose de la fuente de calor o buscando la sombra (de allí la importancia del uso de árboles en potreros).
- Reducción o suspensión de actividad física (deja de pastorear y de buscar alimento)
- Disipan el calor por conducción al tener contacto directo con aire, agua o un ambiente más frío.
- Activan la ventilación pulmonar y la evaporación para mantener la temperatura normal de la sangre, por medio del jadeo.
- Activan las glándulas sudoríparas que secretan líquido o sudor si el medio así lo requiere (La piel en el ganado cebuino es mucho más abundante que en el ganado taurino y contiene un mayor número de glándulas sudoríparas).
- Cesan de comer mucho antes de satisfacer sus necesidades de mantenimiento y producción y se refugia en un lugar sombreado.
- Emiten radiaciones desde diferentes partes del cuerpo e intensifican la circulación de la sangre. Con ello las partes situadas inmediatamente debajo de la piel se calientan, ayudando a que el animal pierda calor por conducción, al entrar en contacto directo la capa de aire exterior con la epidermis y con los pelos del animal.

Como puede observarse, todas esos mecanismos homeostáticos, aunque defienden al animal de las altas temperaturas propias de las zonas secas (temperaturas más altas que las de los límites de confort), hacen que se active el mecanismo termo-regulador, provocando un cese en el crecimiento, pérdida de peso y disminución de la producción láctea y si a ello se suma el poco consumo de agua, la situación se agrava aún más.

Estrategias a seguir con el Manejo del Hato en las zonas secas.

Actualmente, basándose en pronósticos meteorológicos más acertados, gracias a los adelantos científicos (estadísticas, datos satelitales, modelos de predicción climática por computadoras, etc.), a un pequeño productor ganadero se le puede preparar ante una época de sequía prolongada, previendo la duración e intensidad de la misma. Algunas estrategias a seguir en estos casos de preparación ante una inminente sequía son las siguientes:

En el tema de potreros o pastizales:

- Reparar o establecer nuevas cercas para evitar el sobrepastoreo, protección a las especies de plantas nativas que son más resistentes que los pastos introducidos, la poda de plantas débiles, sobre todo árboles en potreros. Eliminar plantas tóxicas, ya que el ganado alimentado de pastos afectados por la sequía tiene una mayor probabilidad de consumir plantas tóxicas. Calcular la duración de las fuentes de agua y reservorios con que se cuenta, así como las reservas de alimentos (heno, ensilajes) y calcular su duración.
- Hacer un uso óptimo de un potrero afectado por sequía: el ganado no pasta bien en las áreas situadas lejos de fuentes o reservorios de agua, por tanto, un potrero afectado por la sequía puede ser usado por el ganado, mediante la provisión de instalaciones locales del agua, con alimentación manual como atractivo.
- En casos de crisis por pastos, es deseable el pastoreo en potreros pequeños para reducir la caminata de los animales en busca de forraje. Recordemos que el pastoreo genera actividad física (búsqueda, caminata, prehensión), incrementando los requerimientos energéticos de mantenimiento; con escasez de pastos hay un incremento adicional en esos requerimientos que aumenta aún más, si se debe transitar por terrenos con pendientes pronunciadas o realizar largas caminatas hasta las aguadas, sombra, comederos, etc.

En sanidad animal:

- Control de ecto y endo parásitos; el ganado sometido a una poca alimentación y a un estrés calórico, es más susceptible a parásitos que en condiciones normales. Durante la sequía, todo el ganado

menor de 18 meses de edad debe ser tratado contra los gusanos; deben hacerse curaciones de heridas y otras lesiones en ubres y otras partes del animal. Aplicar vacunas, suministrar sales minerales y agua en cantidad suficiente.

Reducción del hato:

- Si las condiciones de sequía son muy fuertes y con los recursos alimenticios reducidos, una solución es evaluar críticamente a la manada y eliminar la parte menos útil. La venta o la reubicación de una parte del ganado en partes no afectadas por la sequía, son dos opciones disponibles para reducir el número de reses.

Separación del ganado:

- La separación de los animales en categorías, da mayor oportunidad al ganadero de conseguir fuentes alimenticias, ya que la segregación posibilita el tratamiento preferencial de categorías vulnerables. Las vacas secas más viejas pueden ser movidas a los campos con menos pastos. La prueba del embarazo es una herramienta útil para identificar las vacas embarazadas para alimentación especial, especialmente las vacas jóvenes que están embarazadas por segunda vez. Las categorías más propensas a sucumbir en situación de crisis de pasturas debido a sequías son: las vacas preñadas, las vacas en lactación y sus terneros; a su vez las vacas viejas y las vaquillonas preñadas son más susceptibles que las vacas maduras, mientras que los novillos maduros serían los menos susceptibles. Esto debe tomarse en cuenta al momento de categorizar el ganado.
- En lo posible se deben formar lotes de animales homogéneos (en edad, sexo, condición corporal, etc.) para evitar sobre-dominancia y así reducir la variación individual en el consumo de alimentos. Para asegurar la supervivencia de los animales más tímidos, se los debe apartar y alimentarlos en forma separada del resto de la manada para asegurarse que ingieran la cantidad adecuada de alimento.

Destete temprano de los terneros:

- Durante una sequía prolongada, la producción de leche agota rápidamente las reservas del cuerpo de una vaca, mientras que el

ternero obtiene poco desarrollo. El destete da a la vaca una mayor probabilidad de sobrevivencia. En épocas de sequías prolongadas, el destete se debe hacer en forma temprana. Sin embargo, el ternero no se debe destetar antes de los 3 meses de vida al menos que sea absolutamente necesario. En ese caso, si es posible, el ternero puede ser alimentado artificialmente. La mayoría de terneros de más de tres meses de edad, pueden sobrevivir a base de granos y alguna harina rica en proteínas (harina de soya, de maní) o a base de melaza y una dieta con proteínas.

Fuentes de alimento adquiridas fuera de la finca:

- Debe tenerse mucho cuidado con alimentos provenientes de otras zonas para paliar los efectos de la sequía, sobre todo forrajes de sorgos o pasto Sudán, ya que pueden contener ácido prúsico. El ácido prúsico generalmente no es un problema cuando el forraje se asolea por 3 a 5 días, para blanquear cualquier color verde brillante.

En el área de infraestructuras:

- El pequeño ganadero de las zonas secas debe procurar instalaciones para mantener al ganado semi-estabulado durante las épocas de sequía y, si a esta práctica le suma el uso de sistemas silvo-pastoriles, es aún mejor.

Estrategias de alimentación ante la sequía y sus efectos. Las más conocidas y recomendadas son:

El ensilaje. Es una práctica consistente en el almacenamiento, bajo determinadas condiciones, de forraje verde en estructuras herméticamente cerradas denominadas silos, que facilitan la conservación del forraje sin ocasionar pérdidas y mejorando su valor nutritivo. El ensilaje permite el aprovechamiento del alimento allí procesado en un corto período de 3 a 4 semanas, donde puede quedar almacenado por largos períodos de tiempo sin menoscabo de su calidad. Se requiere contar con pastos de corte y sorgo o maíz forrajeros como materiales para ensilar. Existen diferentes tipos de silos; los más comúnmente utilizados son: silos de trinchera, silos superficiales o silos bunker, silos de torre, silos de foso o de pozo, silos cincho o silos pastel, silos al vacío. La utilización de cada uno de ellos, dependerá de las condiciones del terreno, cantidad de material a ensilar y sobre todo de los recursos con que

se cuenta. Los más utilizados son los silos de trinchera por su economía y eficiencia, aunque actualmente se usa mucho el silo cincho por ser práctico y móvil, aunque demanda mano de obra (fotografía 68).

La henificación. Es otra práctica dirigida a contar con alimentos para el ganado en la época seca; los materiales a henificar son generalmente los residuos de cultivos como rastrojos y pajas, aunque pueden dedicarse pastos y otros materiales forrajeros exclusivamente para henificarlos. Debe considerarse que el heno es un material tosco, con un valor nutritivo bajo, sobre todo cuando proviene de gramíneas, por lo que resulta inadecuado para proporcionar una dieta de mantenimiento al ganado y menos que proporciones un incremento en el crecimiento o producción de leche o carne. El heno proveniente de leguminosas de mejor valor nutritivo, aunque advirtiéndolo que el material de leguminosas a henificar, debe conservar las hojas de la planta, ya que si éstas se desprenden y quedan en el campo, disminuye su contenido nutricional, principalmente proteínas.



Fotografías 68 y 69. Silo cincho, liviano, móvil, muy versátil (izq) y combinación de bebedero y bloques nutricionales para evitar que el ganado se desplace mucho en zonas secas (der).

El uso de bancos forrajeros. Para que los bancos forrajeros cumplan con un buen aporte de nutrientes a la ganadería, deben de estar compuestos por al menos dos tipos de materiales, el que aporta proteína y el que aporta energía. Cuando se trata del cultivo que aporta mayor cantidad de proteína, se le denomina “banco proteico” y cuando se trata del que aporta mayor cantidad de energía, se le llama “banco energético”. No necesariamente los bancos proteínicos o energéticos tienen que estar establecidos y funcionando a la vez, aunque es lo deseable. - Los bancos de proteína son áreas compactas establecidas con especies forrajeras de alto contenido proteínico (más de 14%) dispuestas en arreglos espaciales de altas densidades de siembra, destinadas a la producción de forrajes de alta calidad y volumen, utilizados como suplementos en la alimentación de los animales. El forraje proveniente del banco de proteína puede suministrarse a los animales por el sistema de corte y acarreo o por pastoreo directo; también puede destinarse al ensilaje o la henificación, ya sea para su conservación o para mejorar el valor nutricional de otros forrajes, generalmente gramíneas. - Mientras que los bancos energéticos se diferencian de los bancos de proteína en que su finalidad es la siembra de forrajeras ricas en carbohidratos de alto contenido energético, sobre todo azúcares. El sistema más utilizado para alimentar al ganado con el banco energético, es el de corte y acarreo y la especie más utilizada es la caña de azúcar.

Uso de rastrojos de cultivos. El uso de los rastrojos se justifica porque debido a condiciones adversas de suelo y clima, existen zonas donde los pastos y cosechas son escasos y es en esas ocasiones que el echar mano de los residuos de las pocas cosechas obtenidas en el área o en áreas cercanas y más benignas, desempeñan un importante rol en la alimentación del ganado. - Durante el proceso de desarrollo y maduración en los vegetales, los nutrientes que contienen las plantas pasan de los tallos y hojas a los granos o semillas, por tanto es de esperar que los rastrojos no posean un valor nutritivo elevado. En general los rastrojos se caracterizan por poseer cantidades altas de tejidos de sostén y con ellos carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) y lignina, además, contienen muy poca proteína, ya que ésta se ha usado en su gran mayoría en la formación de los últimos tejidos y órganos (flores y frutos). Por tanto se puede afirmar que los rastrojos de cultivos son bajos en su contenido de almidones, azúcares, proteína y grasa, mientras que son altos en fibra (celulosa y lignina), bajos en calcio y fósforo y nutrientes totales y muy pobres en vitaminas.

Uso de la gallinaza en ganado de carne y ganado de leche. Existe un límite en cuanto al porcentaje de gallinaza que se incorpora a la ración para ganado de carne. De manera general se recomienda que este porcentaje no pase del 30%, siendo mejor el uso de solo un 25%, advirtiéndose que en animales que consumen gallinaza por primera vez, deben someterse a un período de adaptación para acostumbrarse al consumo de este subproducto. Para mejorar la ingesta en novillos que consumen este material, se puede incorporar melaza a la ración. - Mientras que en ganado para leche se ha experimentado con una mezcla a base de gallinaza de hasta 45%, ya que se ha observado que el comportamiento de las vacas alimentadas con gallinaza es mejor de lo esperado y con resultados más satisfactorios que en ganado de carne.

Uso de rastrojos mejorados. Generalmente, el productor pastorea el ganado con los rastrojos de la cosecha del maíz y el sorgo, los que poseen un bajo contenido proteico, sin embargo, con la introducción de leguminosas como canavalia (*Canavalia ensiformes*) o de frijol dolichos (*Dolichos lablab*) se mejora la disponibilidad de proteína y favorece el control de malezas. Ambas leguminosas son tolerantes a la sequía y pueden asociarse con maíz, sorgo, o como banco de proteínas en la modalidad de corte y acarreo.

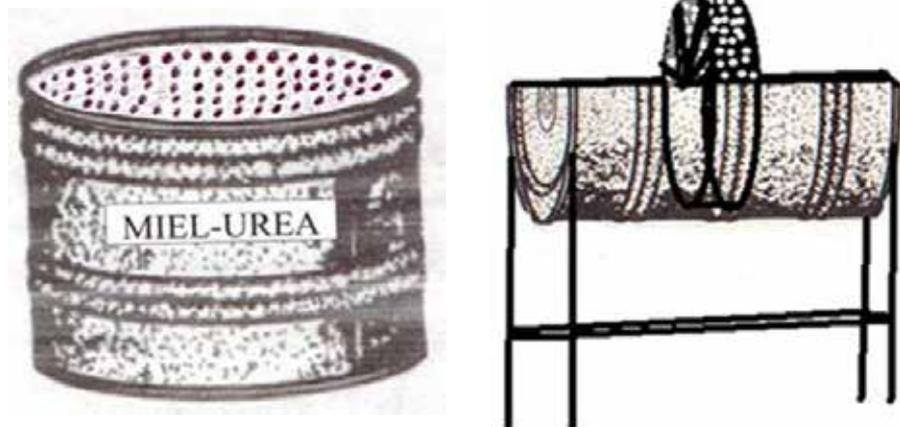
Uso de bloques nutricionales. Son fáciles de elaborar en la finca; para ello puede usarse una prensa manual de las mismas que se usan para la fabricación de bloques de construcción. Los bloques nutricionales pueden formularse con diferentes materiales, pero los básicos son: melaza, urea, sales minerales, cal o cemento para endurecer y pueden agregarse mezcla de forrajes, rastrojos, hojas de madero negro, maíz o sorgo molido. - Estos materiales, una vez mezclados y prensados en forma de bloques, suministran proteínas, minerales y energía. - El uso de bloques ayuda a que el ganado no sufra pérdida de peso, mejora la producción de leche y la fase reproductiva del animal.

Uso de mezcla Melaza-Urea. La elaboración de la mezcla melaza-urea al 2%, es una alternativa más, tendiente a solucionar la alimentación de los rumiantes, cuando la disponibilidad de pasturas es muy escasa. En el siguiente Cuadro se muestra la fórmula a utilizar. Su elaboración es muy sencilla: se deposita la melaza en un barril o tina con capacidad superior a 100 litros, luego se depositan todos los ingredientes, se mezclan hasta lograr homogenizar el producto (3-5 minutos), se deja reposar por 24 horas y está listo para usarse.

Cuadro 29. Fórmula para elaborar la mezcla Melaza-Urea al 2%

Ingrediente por 100 Kg	Cantidad
Melaza	97.3 kg
Urea	2.14 kg
Premezcla mineral	0.220 kg
Sal	0.900 kg
Agua	4.0 litros

Se usan tres técnicas para administrar la mezcla: -aplicación directa al comedero: consiste en re-diluir la mezcla en 5 litros de agua y esta mezcla aplicarla sobre los alimentos, ya en el comedero; el consumo aquí es controlado. Los productos enriquecidos con la mezcla son generalmente forrajes ricos en fibra, pero puede aplicarse a cualquier alimento. Se han utilizado hasta 4 litros de mezcla original o 24 litros de mezcla re-diluida para 10 animales de engorde, sobre forraje mezclado con concentrado a libre acceso, con excelentes resultados.- Con la técnica de Tabla Flotante se parte un barril por la mitad, se deposita la mezcla melaza-urea y se tapa con una tabla cuyo contorno exterior coincida con el contorno interior del depósito, con un perímetro que permita que la tabla flote con facilidad en la parte superior del $\frac{1}{2}$ barril; la tabla se perfora con agujeros de 1-2 pulgadas, considerando que el ganado la empujará y brotará miel; en este caso el consumo debe ser restringido; se recomienda esta técnica preferentemente para ganado que tiene forraje a discreción. - La tercera forma de suministro o Carrusel giratorio, consiste en partir un barril o tina de 200 litros, por su mitad longitudinal y se cubre en sus dos extremos con lámina o madera, bien fija. Sobre los bordes de estos, se monta un carrusel de madera, con agujeros de $\frac{1}{2}$ pulgada en su lomo, y en su centro un eje fijado a los bordes laterales, lo que permite que al lamer el animal, el carrusel gire y se remoje constantemente por efecto de la presión de la lengua. También debe ser utilizado en animales que no carezcan de forraje, ya sea en corral o en comedero. La figura 22 muestra la técnica de tapa flotante y carrusel giratorio.



Figuras 22. Técnica de Tapa Flotante (izq) y Carrusel Giratorio (der) para aplicar la mezcla Melaza-Urea

Uso de pastos de corte. Si la disponibilidad de agua lo permite, es recomendable establecer una parcela de pastos de corte bajo riego. Actualmente estos pastos han sido mejorados en cuanto a valor nutritivo y rendimiento y las semillas están al alcance del pequeño productor en el comercio.

19

Ovinos de pelo y caprinos: la ganadería menor para las zonas secas

La oveja pelibuey.

Entre los ovinos de pelo resistentes a las condiciones climáticas imperantes en las zonas secas, destaca la oveja denominada “pelibuey”.

Origen. La oveja pelibuey, conocida también como oveja tropical, es de origen africano y debe su nombre a que cuenta con un pelo semejante al del buey o ganado vacuno. Luego de su domesticación se han desarrollado razas que se adaptan a climas diversos, entre ellos los de zonas secas, donde las razas ovinas especializadas para carne y lana no dan buen resultado por su falta de adaptabilidad en esas condiciones ecológicas. A la oveja pelibuey se la encuentra en las zonas más secas y áridas de diferentes continentes (África, Asia, América), ya que su adaptabilidad a las condiciones adversas hace de estos pequeños rumiantes los candidatos ideales como animales productores de alimentos en zonas marginales. Su introducción en Nicaragua ocurrió en los años 80 del pasado siglo (hace solo unos 30 años) cuando arribaron dos lotes de unas 50 ovejas cada uno, procedentes de donaciones de México y Cuba, tiempo en que han demostrado su gran capacidad de adaptación a las zonas secas paralelas al litoral Pacífico (León, Managua, Carazo, Rivas) y en la parte Norte-Central. El manejo que se les proporcionan es sumamente

rudimentario, pero en las fincas en que las condiciones de manejo han mejorado, se ha logrado elevar los parámetros reproductivos, productivos y rendimiento en canal.

La crianza de la Oveja pelibuey y la SAN. Aunque no se piense en una estrategia de comercialización de estas ovejas, algo que es muy factible, es indudable que su consumo incidiría de forma muy positiva en el mejoramiento de la seguridad alimentaria a nivel familiar. Una oveja pelibuey puede rendir, en canal, entre 40 a 60 libras de carne de buena calidad que no tiene nada que envidiar a la carne de res o cerdo, tal como se muestra a continuación:

Cuadro 30. Características nutritivas de la carne de animales domésticos en comparación con la carne de oveja pelibuey (%)				
Animal	Agua	Proteína	Grasa	Ceniza
Cerdo	75	20	4	1
Vacuno	76	21	2	1
Pollo	77	19	3	1
Oveja pelibuey	76	18	2	1

La tabla anterior muestra que la carne de pelibuey es rica en proteínas (18%), baja en grasa y con mucha similitud a la carne de vacuno, lo que la hace ser una carne roja que puede ser aprovechada para la dieta humana, ya que sus propiedades nutricionales indican que posee abundantes vitaminas, es baja en colesterol malo y puede estimular la producción de colesterol bueno. Respecto a su uso, además de los platos tradicionales como su consumo en asados y barbacoas, esta carne se ha evaluado en la fabricación de embutidos crudos frescos (chorizo y similares) y salchichas combinadas con carne de cerdo y pavo y diferentes tipos de grasa; estos estudios han concluido en que es factible utilizarla hasta en un 50% en las formulaciones propuestas, lo que demuestra que posee un buen potencial para su industrialización. A nivel familiar también pueden aprovecharse los subproductos de la matanza como la piel, las vísceras (para hacer embutidos y como alimento de aves) y como una pequeña fábrica de abono orgánico, ya que distribuye sus heces por donde transita.

Características de las ovejas pelibuey. Entre sus características que la identifican, destacan:

- Su color rojizo tostado, blanco tostado panza negra y los hay con combinación de estos colores; las hembras son más pequeñas y ambos, hembras y machos, no poseen cuernos.
- Es un ovino clasificado como productor de carne y cuero, con costumbre de consumo de gramíneas y especies de hoja ancha, incluyendo malezas; son mansos, e inofensivos, a tal grado que pueden ser manejados por perros; en Nicaragua, hay una finca que maneja manadas de pelibuey con perros pastores.
- En cuanto a su reproducción, se aparean en cualquier época del año, un macho puede montar de 30 a 40 hembras (dependiendo de cuidado y alimentación) y éstas pueden parir de 1 a 3 crías por parto; la gestación tiene una duración de 140-150 días, con un intervalo entre partos de 210 días. Las hembras alcanzan la madurez sexual a los 180 días de nacidas, mientras que los machos a los 150 días.

Ventajas de la crianza de ovejas pelibuey. La crianza de estos pequeños rumiantes en ecosistemas desfavorecidos como las zonas secas, posee muchas características favorables:

- Utilizan áreas marginales, incluso para los rumiantes mayores de razas resistentes al calor como las cebuinas.
- Contribuyen mucho a la seguridad alimentaria familiar al proporcionar alimentos de buena calidad como es la proteína de origen animal, ya que su carne es rica en proteínas (17 a 18%) y baja en colesterol. También se aprovecha el cuero, pero en Nicaragua no se ha desarrollado una industria, por lo menos artesanal, para su utilización; las vísceras pueden usarse en la alimentación de aves y en biodigestores.
- Agregan valor a los productos de la granja, ya que aprovechan desperdicios, además de contribuir al empleo y estabilidad económica familiar.

- Significan dinero efectivo y seguridad, algo similar a lo que ocurre con los cerdos, que son la “alcancía” del campesino. También es una alternativa de diversificación.
- Sus costos de mantenimiento en sanidad (desparasitantes, vacunas, vitaminas) son mucho menores que los del ganado vacuno; son costos que puede enfrentar el pequeño productor de las zonas secas.
- Es un animal muy prolífico: genera entre una a tres crías por parto; en parte por su temprana madurez sexual que inicia a los 6-7 meses y su período de gestación corto de 140-150 días.
- De instinto gregario, fácil manejo porque niños, mujeres y hasta ancianos la pueden manipular.
- A diferencia del ganado mayor, apenas consume entre siete a ocho kilogramos de materia verde, incluyendo especies consideradas como malezas, que no son consumidas por las reses. Su espacio vital en relación al ganado mayor, es pequeño, con una carga animal hasta de 22-25 ovejas/ha.
- Algo importante y de mucha consideración en las zonas secas, es su moderado consumo de agua, ya que mientras ovejas pelibuey y cabras consumen entre 4 a 15 litros/día, el ganado de carne consume de 26 a 66 litros/día y el ganado de leche de 38 a 110 litros/día.
- En cuanto a sostenibilidad, son naturales controladores de malezas, suministran abono al terreno a través de sus heces y se adaptan muy bien a sistemas silvopastoriles, o agrosilvopastoriles.

Características de la crianza de ovejas en las zonas secas.

La explotación de esta especie en las zonas secas se caracteriza por ser del tipo extensivo, con rebaños pequeños esparcidos en cualquier patio o potrero, aunque siempre cerca de la casa; el pequeño productor no conoce planes de mejoramiento genético y, por tanto, hay alta consanguinidad, es un solo grupo etéreo; en el manejo hay alto predominio de mano de obra familiar; no se practica o es muy escasa la suplementación alimenticia; la prolificidad promedio es 1.1; existe un alto índice de mortalidad (a veces hasta de 25%). Estos son motivos por los cuales, pese a estar en el país desde hace 30 años, la oveja

pelibuey aún no logra establecerse como un rubro de alto potencial comercial, además de que normalmente carece de buen peso. Como comparación, una oveja adulta acriollada, con calidad, alcanza un peso en pie de 140 a 160 libras, en cambio razas especializadas como Dorper, Texel, Kathading, logran pesos de hasta 300 libras.

¿Cómo debería de ser la explotación de los ovinos en las zonas secas? Debe tenderse a una explotación de tipo semi-intensivo; los rebaños o manadas deberían estar dividido en grupos etéreos, con organización del pastoreo; deben existir planes de cruzamientos para evitar consanguinidad y degeneración; alimentación no solo a base de rastrojos y pastos de poco valor nutritivo, sino también usar suplementos que no necesariamente tiene que adquirirse en el comercio, sino que puede prepararse en la misma finca; debe procurarse alcanzar una prolificidad promedio por lo menos de 1.3; implementar registros de producción y sanitarios; los índices de mortalidad deben ser moderados, no mayores de 20%. Si se lograra lo anterior, la crianza de ovejas pelibuey podría dar lugar, con el tiempo, a pequeñas empresas familiares de alta rentabilidad.



Fotografías 70 y 71. Aprisco rústico (izq) y ovejas pelibuey “pastando” en un terreno en la zona seca de Cusmapa (Madriz) (der) (Fotos cortesía Ing. Ramón Guevara)

Algunas recomendaciones técnicas.

- La alimentación de las madres debe suplementarse para que produzca la suficiente cantidad de leche, para destetar crías pesadas, así mismo ofrecer a la cría una mejor dieta en los primeros días de nacido, con el objetivo de destetar animalitos más pesados.

- Si se desea incrementar el rendimiento en carne, debe pensarse en cruces genéticos, en que el pelibuey desempeñe el rol de raza materna y animales como Dorper o Katahdin como raza paterna. Varios productores unidos pueden adquirir un macho de estas razas como reproductor y rotarlo en las diferentes manadas.
- A pesar de lo anterior, no debe descuidarse la alimentación, ya que ésta determina en primer término la velocidad de crecimiento de los animales, incluso antes del potencial genético.
- La consanguinidad puede evitarse en parte con la práctica de castración; facilita también el engorde de los machos dedicados al sacrificio, los que deben castrarse a los 4 meses de edad.
- En cuanto a sanidad, deben implementarse desparasitaciones y vacunaciones. Cuidado con el uso de pastos Brachiaria, ya que en ovinos producen fotosensibilización.
- Para un mayor rendimiento en carne, la matanza debe darse a los 6-7 meses de edad, cuando se obtiene un mayor rendimiento en canal. Después de los 35 kilos (70-80 libras) el porcentaje de carne en canal comienza a descender y el porcentaje de grasa a aumentar.
- Estas ovejas se utilizan como control biológico para eliminar plantas invasivas y tóxicas para otras especies, cuyos métodos de erradicación suelen ser costosas y perjudiciales al suelo. En varios países se usan para control de malezas en cafetales (ese es un nuevo mercado para la venta de estos animales).
- El cuero y vísceras no son aprovechados adecuadamente; con una capacitación a los pequeños productores se puede aprovechar este subproducto, lo que podría dar lugar a trabajos artesanales.
- La crianza de esta oveja puede permitir no solo mejorar la dieta familiar y consumirla en días festivos, sino a establecer una pequeña empresa familiar para la venta de carne, animales vivos o pie de cría, pequeños comedores, fabricación de chorizos, etc.
- Debe construirse un redil o aprisco; esta instalación permite realizar las actividades básicas de manejo y la permanencia segura de los animales por la noche. Su construcción no demanda gran cantidad de materiales y todos pueden provenir de la finca. Se requiere de un metro a dos metros cuadrados por oveja bajo techo; 50 ovejas requieren aproximadamente 72 metros cuadrados.



Fotografía 72. Macho Dorper, ideal para mejorar la producción de carne.

Las cabras.

Son, probablemente después del perro, los primeros animales domesticados por el hombre. En el continente americano, las cabras fueron introducidas inicialmente en las islas del Caribe, pasando luego a tierra firme. Igual que las ovejas pelibuey, son pequeños rumiantes fáciles de mantener en comparación con los vacunos. Se adaptan a ecosistemas variados, prefiriendo el trópico seco. Tienen alta resistencia a la deshidratación, alta habilidad de pastoreo y ramoneo en extensiones amplias de terreno; parecen hechas para las zonas secas. Actualmente en nuestro país predominan las cabras criollas que son el resultado de la selección natural y de muchos años de prácticas de cruzamiento que no han sido ni dirigidas ni acertadas, con muy pocas excepciones.

Características de las Cabras.- Son animales de mediano tamaño, cuerpo redondeado, de apariencia cárnica, por regla general tienen cuernos, ubre aplomada pero pequeña, pelo de color castaño y castaño blanco o blanco. Son muy rústicos y prolíficos, se reproducen durante todo el año, con partos múltiples (1,6 crías por parto y 348 días de intervalo entre parto), por lo que deben tener en cuenta para los trabajos de mejora; tienen la notable ventaja sobre las ovejas pelibuey en que, además de carne y pieles, producen leche, la cual es muy apreciada.

Ventajas de la crianza de cabras.

- Es un animal precoz, de talla pequeña, de manejo no complicado, por lo que puede ser realizado por niños y/o mujeres.
- Casi siempre se maneja en sistemas extensivos, donde, debido a su rusticidad, es capaz de alimentarse solamente de forrajes toscos y sobrevivir en nichos ecológicos donde no prospera otro tipo de ganadería, excepto las ovejas pelibuey.
- Se adaptan al pastoreo en terrenos escabrosos y secos, con poca vegetación.
- Es relativamente fértil, capaz de multiplicarse rápidamente después de un largo período de sequía.
- Poseen una extraordinaria eficiencia alimenticia, por lo que son capaces de convertir en leche y carne los rastrojos y malezas; se usan para erradicar malas hierbas y plantas no deseadas con el consabido no uso de agroquímicos y ahorro de dinero.
- Son, igual que las pelibuey, suministradores de abono a través de heces y orina.
- Si se cría en sistemas semi-intensivos o intensivos, responde muy bien a la producción de leche, sobre todo cuando se las alimenta con pastos de corte y pequeñas cantidades de concentrados que pueden ser especies vegetales de alto contenido de proteínas, como leguminosas.
- La piel de los caprinos es muy apreciada y utilizada en la elaboración de artesanías de cuero.
- En explotaciones grandes dedicadas a la producción de leche, ésta tiene demanda en pacientes con intolerancia a la proteína de la leche de vaca. El queso de leche de cabra es considerado un alimento gourmet

Debido a sus hábitos de pastoreo, la crianza de cabras ha sido motivo de controversias, acusándosele de ser un animal que provoca la deforestación y erosión; la verdad es que casi siempre se la destina a alimentarse en terrenos ya sobre pastoreados y a veces compactados y lo único que hace es aprovechar la poca vegetación existente. Si se le da un manejo adecuado, con pastos nutritivos, con rotación de potreros, manteniéndolos semi-estabulados, los caprinos responden muy bien y compensan con creces los esfuerzos que se realizan en ese sentido.

20

Piscicultura integrada para las zonas secas

Piscicultura y acuicultura. A veces ambos términos, que son ramas de la Agricultura, se utilizan como sinónimos, pero la piscicultura abarca únicamente el cultivo de peces, mientras que la acua o acuicultura es un término más amplio que comprende el cultivo de diferentes organismos acuáticos, incluyendo peces, algas, moluscos, crustáceos, y puede desarrollarse en agua dulce o en agua salada.

Piscicultura y Seguridad Alimentaria en las zonas secas. Una característica general para las zonas secas es que gran parte de su población está mal nutrida, careciendo de fuentes baratas de proteína de origen animal. La piscicultura daría una respuesta concreta a esas deficiencias nutricionales a través de la carne de pescado, la cual es rica en nutrientes, ya que contiene proteínas (más de 17%) de alto valor biológico, sobre todo aminoácidos azufrados, grasas, aunque en menor proporción que las carnes, vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina, vitamina A, hierro y calcio; el pescado no se considera un alimento energético, dependiendo su aporte de calorías de la grasa que contiene, ya que la presencia de hidratos de carbono en el pescado es irrelevante. Por esas características el consumo de pescado se convierte en un complemento ideal para dietas ricas en hidratos de carbono a base de maíz, arroz y raíces y tubérculos.

Hay que hacer la salvedad de que el desarrollo de la piscicultura es más útil y práctico en las zonas secas que están alejadas de grandes masas de agua o

de ríos ricos en pesca. Por ejemplo, la piscicultura sería mucho más útil en las zonas secas de Madriz, Estelí y Nueva Segovia, que las zonas secas paralelas al Océano Pacífico o cercanas a los lagos, como la zona seca del norte de Managua, donde siempre ha existido una cultura de pesca, marina o lacustre, como un medio de sobrevivencia; allí cabría implementar mejores métodos de pesca.

Ventajas y desventajas del desarrollo de la piscicultura en zonas secas.

Antes de enunciar sus ventajas, debe comprenderse que la piscicultura requiere de agua para su desarrollo, pero el uso de este recurso varía en cantidad de acuerdo al tamaño del estanque donde se implementará, así que a veces con pocas cantidades de agua puede establecerse un pequeño estanque para la cría de peces. Se hace mención de esto, porque frecuentemente se han cometido errores en la ubicación de sitios para proyectos piscícolas, instalándolos en lugares con fuentes insuficientes de agua, con suelos permeables y/o condiciones climáticas no apropiadas para la especie a cultivar. No obstante, sus ventajas son obvias:

- Mejora sustancialmente el estado nutricional de las personas que consumen pescado, no solo a las familias que lo producen, sino a otros miembros de la comunidad que los adquieren a precios cómodos.
- Brinda la oportunidad de mejorar los ingresos familiares con la venta de pescados o su trueque por otros productos o servicios.
- Da un valor agregado a los terrenos donde se instalan los estanques, terrenos generalmente con un potencial muy bajo o marginal para otros usos.
- La piscicultura es una actividad muy productiva debido a que los peces son organismos bastante eficientes en convertir los alimentos que se les proporcionan, en carne de buena calidad, sobre todo cuando se hace piscicultura integrada, que utiliza desperdicios de la finca para su alimentación. El rendimiento en canal de un pez, peso a peso, es superior al del resto de animales domésticos.
- Muy ligado a lo anterior está el que los peces son animales poiquilotermos, o de sangre fría, teniendo la ventaja de que su temperatura corporal fluctúa con la temperatura del agua; de esta manera tienen un mínimo gasto de energía. El resto de animales de crianza, mamíferos o aves, son homeotermos, es decir que requieren

gastar una buena cantidad de energía para mantener elevada y constante su temperatura corporal.

- El agua utilizada en los estanques, puede reutilizarse de diferentes maneras en la finca, (riego de huertos familiares, para consumo del ganado), algo de mucho valor en las zonas secas; además cualquier espejo de agua, aun de reducido tamaño, mejoran el ambiente y el panorama local.
- Su uso y consumo en la finca no requiere de refrigeración, ya que, por su pequeño tamaño, se captura lo que se va a consumir inmediatamente, contrario a la matanza de cerdos, ovejas y vacunos, en que hay que refrigerar la mayor parte de ellos.
- Para criar peces se requiere de un área muy pequeña en comparación con el establecimiento de un huerto, (los cultivos hidropónico y en túneles también demandan pocas áreas), y metro a metro, la producción de proteína de un estanque no puede superarse.

La piscicultura también presenta desventajas que deben conocerse:

- Para convertir a un agricultor en criador de peces, se requiere de un período de aprendizaje, considerando que la intención no es que deje la agricultura para convertirse en piscicultor como actividad exclusiva.
- El objetivo de la piscicultura en las zonas secas, debe dirigirse no solo a mejorar la dieta familiar, sino a obtener beneficios y mejorar sus ingresos; las consideraciones económicas son importantes para que la piscicultura tenga éxito.
- Se requiere de un aporte económico con el que a veces no se cuenta.
- En un inicio se requiere de asistencia técnica desde la selección del sitio para el estanque, el conseguir los alevines, el sexado, hasta planificar la alimentación de los peces.
- Si no se hace una piscicultura integrada, que sea rentable y permanente, se corre el peligro de depender de insumos externos, que a veces no están al alcance del pequeño productor.
- El agua puede ser un factor limitante que puede echar a perder un buen proyecto piscícola en una zona seca; si el productor, que toda

su vida ha criado ganado, cerdos y aves y en determinado momento se ve en la disyuntiva de elegir la poca agua con que cuenta en un período de sequía, para sus animales domésticos o para los peces, es muy probable que se decida por los primeros.

- En la alimentación humana influyen mucho las costumbres; a veces los peces son rechazados por uno o varios miembros de la familia.
- Los estanques de agua dulce pueden albergar y permitir la reproducción de algunas plagas como zancudos portadores de la malaria; pero si los estanque se mantienen libres de malezas, algunas especies de peces comen las larvas de mosquitos.
- Así mismo, el miembro de la familia que penetra al estanque para labores piscícolas, está expuesto a contraer enfermedades bacterianas y fungosas.

¿Qué es la piscicultura integrada a pequeña escala? Son las actividades desarrolladas para la cría de peces, pero de manera armonizada con las demás actividades de la finca, se trata de alcanzar una integración de la producción de granos básicos, ganadería, vegetales, árboles y demás componentes productivos de la finca, con la cría de peces, de tal manera que produzca una diversificación que confiera estabilidad a la producción, eficiencia en el uso de los recursos existentes, y conservación del medio ambiente. En una finca integrada se hace uso de los recursos ya existentes en la unidad de producción o los que son fácilmente accesibles fuera de ésta, que no son utilizados o subutilizados, convirtiendo los desperdicios o desechos de una actividad, en insumos de otras actividades, optimizando así los recursos y reduciendo la contaminación; esto es muy importante en las zonas secas, que, aunque no están exentas de recursos, éstos no son tan abundantes como en otras regiones ecológicamente mejores. Esta integración peces-resto de actividades, demanda a veces una mano de obra intensiva, que puede reducirse con una buena planificación e integración de todos los miembros de la familia y a veces de otros miembros de la comunidad. Esto último es importante, ya que miembros de la comunidad que no se dedican a una piscicultura integrada, obtienen beneficios, como potenciales puestos de trabajo y acceso a un alimento de buena calidad a costos bajos.

La piscicultura integrada a las demás actividades de la finca, debe caracterizarse por el bajo nivel de insumos que utilice, una menor dependencia de factores exógenos a la finca como alimentos balanceados y fertilizantes, una

densidad de peces en los estanques de media a baja, tratando de impactar mínimamente sobre el medio ambiente.

Algunos aspectos técnicos de la Piscicultura integrada.

La fuente de agua. El agua es el elemento clave para el éxito de un programa piscícola; lo recomendable es que ésta provenga de una fuente natural, río, arrollo, ojo de agua, que sea constante y que no haya sido tratada con químicos; tampoco debe tener especies nativas de peces que contaminarían la crianza de la especie a cultivar.

La selección del sitio para el estanque. Es un factor casi tan importante como la fuente de agua; el sitio a seleccionar debe llenar los siguientes requisitos:

- Terreno plano, con pendiente no mayor de 1.5-2.0%; entre más plano el terreno, más económica es su construcción.
- No debe ser un terreno con piedras y cerca de una arboleda en el que las ramas o la sombra de los árboles incidan en el estanque. A más piedras, más cara es la construcción del estanque.
- Debe estar cerca de la fuente de agua, para que la conducción de ésta al estanque no resulte difícil ni onerosa.
- Debe estar cerca de la casa, para cuidar los peces de aves de rapiña, garzas y personas amigas de lo ajeno.

El tamaño del estanque. Un estanque con un espejo de agua muy pequeño no incide ni en la dieta familiar ni en la posibilidad de ingresos por la venta de peces. Se recomienda iniciar con estanques de 300 metros cuadrados; esto parece a primera vista algo grande, pero no es más que una franja de terreno de 10 por 30 metros, o de 15 por 20 metros, algo que en la finca es insignificante.

La especie de pez a seleccionar. En toda Centroamérica, Nicaragua incluida, el pez a trabajar en los programas piscícolas, ha sido la tilapia gris o tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y la tilapia roja (*Oreochromis mossambicus*), aunque la primera es más utilizada, siendo probablemente el pez que ha suscitado y recibido mayor atención que cualquier otro grupo de peces en todo el mundo. La tilapia gris es la que más se recomienda para proyectos piscícolas pequeños, ya que presenta las siguientes ventajas: carne de buen

sabor, de fácil manejo, resistente a enfermedades, alta resistencia a condiciones de calidad de agua no óptimas (bajas temperaturas, bajos niveles de oxígeno, poco recambio de agua), fácil de reproducir, de rápido crecimiento, bajo costo de producción y buena aceptación en el mercado. La tilapia gris, además de las bondades que posee, debido a su color se esconde fácilmente en el agua, evitando ser presa de garzas, gavilanes y otros depredadores, mientras que la tilapia roja, debido a su atractivo color, es más visible en el agua, convirtiéndose en una presa más fácil. Es interesante conocer que las dos variedades de tilapia pueden cultivarse juntas sin ningún inconveniente.

Número de peces en el estanque. Cuando se trata de una piscicultura para engorde, la más común, y usando tilapia como especie a engordar, se recomienda sembrar un número de dos a tres peces por metro cuadrado; por tanto en un estanque de 300 metros cuadrados deben sembrarse unos 900 peces. En caso de engorde, solo deben sembrarse machos, algo que debe recordarse al momento de adquirir los alevines o de sexar.

Cuando iniciar la cosecha de peces. Aproximadamente a los 6-7 meses, dependiendo de la alimentación y el manejo. Para mantener una cosecha continua, se pueden hacer siembras escalonadas, pero se requieren varios estanques, a menos que haya una buena coordinación entre varios criadores de peces en la comunidad.

Otras actividades a realizar en el desarrollo de la crianza de peces. - El estanque debe tener una entrada de agua y otra de drenaje, deben considerarse al momento de su construcción. - Los alevines deben adquirirse en un sitio u organización que asegure buena calidad y asegurar el sexado (solo machos si es para engorde). - Se puede establecer otro tipo de explotación además del engorde, tal es la producción de alevines para vender en la zona. En ese caso deben comprarse hembras y machos y sembrarse en el estanque en una densidad menor: un pez por metro cuadrado, destinando tres hembras por cada macho. - El estanque debe abonarse periódicamente. - Luego está la cosecha de peces, desinfección del estanque y su manejo después de la cosecha, nueva siembra de alevines, etc.

Integración del cultivo de tilapia con las actividades de la finca.

Pocos programas de seguridad alimentaria y los mismos extensionistas y productores han comprendido que la combinación tierra-agua ofrece

posibilidades ilimitadas a la obtención de otros productos alimenticios, sobre todo de origen animal, tal es el caso del cultivo de peces, y que el aprovechamiento óptimo de la finca puede lograrse de forma integral combinando adecuadamente la agricultura, la ganadería y la piscicultura, ya que estas actividades se benefician mutuamente y se complementan. Veamos un ejemplo: el estiércol del ganado sirve para fertilizar el agua de los estanques; los desperdicios del engorde de cerdos y aves son un buen alimento para los peces; el agua de los estanques, al momento de recambiarla, puede usarse para regar un huerto familiar elevando los rendimientos gracias al mayor aporte de nutrientes del agua fertilizada; con residuos de cosechas se puede alimentar a los peces; los desperdicios del pescado pueden transformarse en alimentos para aves. Prácticamente, la piscicultura no solo proporciona un alimento de buena calidad, los peces, sea para autoconsumo o venta, sino también incrementos en los índices de producción y rendimiento económico de la finca, por pequeña que sea.

Alimentación de la tilapia. La tilapia pertenece al grupo de peces herbívoros, es decir que consumen plantas pero no de todo tipo, son selectivos y al igual que el resto de animales, su desarrollo depende en gran medida en llenar sus requerimientos nutritivos básicos. Su alimento base son las plantas (algas) que crecen en los estanques que han sido debidamente fertilizados. Sin embargo, debe suministrárseles alimentos suplementarios que pueden provenir de otras actividades de la finca, como veremos a continuación:

Sistema integrado peces-patos. Se puede combinar la crianza de patos en estanques de peces, dado que estas aves son compatibles con el cultivo de tilapia u otros peces. Las ventajas que presenta este sistema son las siguientes:

- Fertilizan el agua del estanque con sus excrementos; parte de estos son consumidos por los peces; ejercen un control de malezas acuáticas en el estanque; oxigenan el agua del estanque con sus continuos chapoteos; escarban en el fondo del estanque para buscar alimentos y con eso liberan nutrientes; buena parte de su alimentación la consiguen en el estanque mismo al consumir las malezas acuáticas, resultando en que necesitan poco alimento suplementario que puede satisfacerse con desperdicios de comida, granos como maíz y sorgo, etc.; los patos producen huevos y carne de buena calidad, por lo que mejoran sustancialmente la dieta. Lo ideal es construir el corralito de los patos a la orilla del estanque, tal como se muestra en la Figura 23.



Figura 23. Sistema integrado patos-peces. Fuente: FAO (28).

Sistema integrado pollos-peces. Ya sea que se piense en pollos de engorde o de gallinas ponedoras, ambas actividades pueden integrarse con el cultivo de tilapia; con esto se logra reducir los costos de fertilizantes para el estanque y de alimentos para los peces. El gallinero o corral de pollos debe ubicarse cerca del estanque, e incluso puede hacerse dentro del estanque sobre pilotes; con esto último se consigue maximizar el espacio, se ahorra trabajo en transportar el residuo de heces y alimentos de las aves al estanque y el gallinero se mantiene más higiénico. Si se da el caso de que hay un exceso de residuos de heces y alimentos de los pollos o gallinas, se puede poner una malla o un plástico debajo del gallinero para recogerlos.

Sistema integrado peces-cerdos. Igual que en el sistema anterior, la cría de cerdos puede complementarse con la de peces; la instalación de la porqueriza puede ubicarse a orillas del estanque. Las ventajas de este sistema son que el estiércol de cerdo sirve como fertilizante para el estanque, eleva la productividad biológica y aumenta el rendimiento de la cosecha de peces; el estiércol de los cerdos puede ser consumido directamente por los peces (posee un 70% de digestibilidad para los peces); los peces casi no requieren de alimentos suplementarios.

En ambos sistemas, tanto el estiércol, la orina y los desperdicios de comida de pollos o gallinas y cerdos, sirven como fertilizante para el estanque y como alimento para los peces. Lo ideal es que los pisos de porquerizas o gallineros se hagan de cemento para facilitar su lavado (si el gallinero está dentro del estanque, esto no se recomienda) y con cierta inclinación para que fluyan por gravedad hacia el estanque. Si estas estructuras no se pueden construir cerca de los estanques hay que instalar tubos o zanjas de drenaje dirigidas hacia el estanque. La Figura 24 muestra ambos sistemas de integración.

Alimentación de la tilapia con concentrados caseros. Están a la venta, concentrados comerciales para peces en aquellas zonas en que éstos se crían de manera intensiva. No obstante en la finca se pueden preparar concentrados caseros con un poco de asesoramiento de un técnico; basta conocer los requerimientos de proteína y energía de la tilapia y contar con una fuente de estos nutrientes: granos como maíz, sorgo, subproductos como semolina o afrechos para suministrar energía; para suministrar proteínas están las harinas de maní o de soya que pueden adquirirse en el mercado; las hojas de yuca secadas al sol y molidas son una buena fuente de proteínas. Para calcular los componentes, en porcentaje, de una fórmula nutricional sencilla, el técnico puede echar mano de la técnica del “Cuadrado de Pierson”. Debido a que la tilapia posee una boca muy pequeña, todos los alimentos que se le suministren, deben ser molidos (granos) o finamente picados (restos de vegetales).

Cuando se suministra concentrado, éste puede prensarse para convertirlo en bolitas o pequeños cilindros (pellets), los que flotan y pueden ser fácilmente consumidos por los peces. Es recomendable que se suministre el alimento dos veces al día (mañana y tarde).

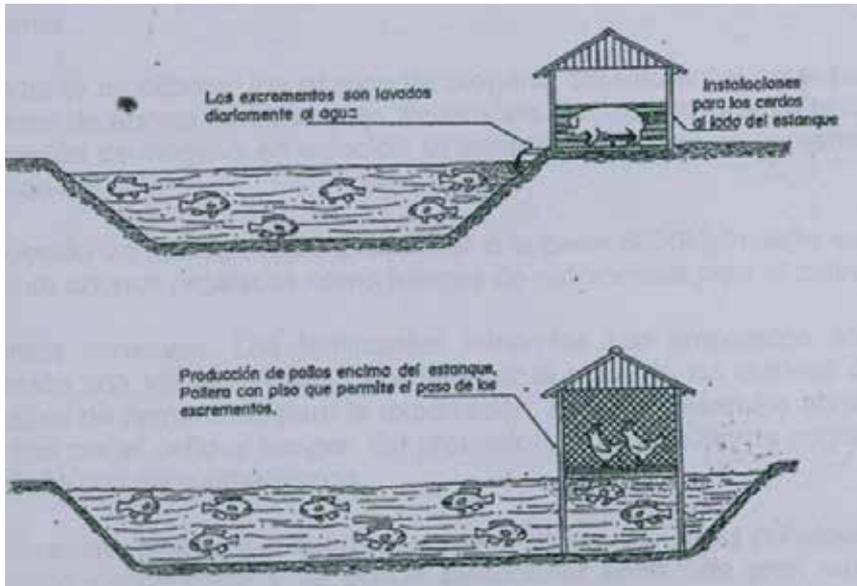


Figura 24. Sistemas integrados cerdo-peces y pollos-peces. Fuente: Meyer, E. (23)



Fotografías 73 y 74. Tilapia gris (*Oreochromis niloticus*) y represa en una zona seca para cultivo de tilapia.

21

Crianza de garrobos e iguanas en cautiverio: carne nutritiva para las zonas secas

Hábitat de las iguanas.

Estos reptiles se encuentran distribuidos por México, Centroamérica, el Caribe y en las áreas tropicales de Sudamérica, encontrándoseles en diferentes hábitats, desde zonas de vegetación espesa, bajuras y alturas, desde manglares, selvas, pastizales, riberas de ríos, zonas secas; como se observa, tienen un amplio rango de adaptación a diferentes hábitats. Son animales fundamentalmente arborícolas donde pasan la mayor parte del tiempo gracias a sus fuertes garras y larga cola que les sirve para aferrarse bien a los árboles. Conforme van creciendo bajan a la superficie del suelo y pasan buen tiempo tomando el sol; los que se encuentran en áreas urbanas, viven en los techos de las casas con el mismo fin. Al ser reptiles, son de sangre fría (poiquilotermos), por lo que buscan áreas con suficiente calor en las ramas más altas de los árboles o sobre rocas en el suelo, donde que se encuentran muy cómodos, soportando por horas, las inclemencias del sol que no les hace mella.

Especies que se encuentran en Nicaragua. Existen varios géneros, entre ellos podemos mencionar: la iguana verde (*Iguana iguana*), la iguana o garrobo negro (*Ctenosaura pectinata*), la *Ctenosaura similis*, muy similar al garrobo negro, pero de un color un poco más claro; también se encuentra el “cola chata” o *Ctenosaura quinquecarinata*).

Algunas características de las iguanas. Estos reptiles tienen mandíbulas y dentaduras muy fuertes y afiladas, debido que la evolución los ha dotado así, para satisfacer sus necesidades, y patas muy cortas con cinco dedos en cada una, acabados en garras muy afiladas. Alcanzan la madurez sexual aproximadamente a los 16 meses, pero son consideradas adultas a los 18 meses, llegando a vivir hasta 40-50 años; al nacer miden entre 15-20 cm y al llegar a adultas hasta 180 cm. Todas las iguanas tienen propiedades miméticas; en el caso de la iguana verde, el color de su piel les permite confundirse perfectamente con la vegetación que hay en su entorno e igual ocurre con las otras especies que logran fundirse, ya sea con los troncos y ramas de los árboles así como con las rocas. Su piel está recubierta de pequeñas escamas, tienen una cresta dorsal que recorre desde su cabeza hasta su cola, esta es muy vistosa en los machos. Son ovíparas y ponen sus huevos en madrigueras que excavan en el suelo. Las iguanas son animales bastante solitarios y sólo viven en comunidad mientras dura el periodo de celo y reproducción, durante el cual se juntan en grupos de unos 5 a 8 miembros, formados por un macho dominante, varias hembras, y ejemplares jóvenes, respetando una jerarquía en la cual el macho dominante tiene varios privilegios: sobre las hembras, el lugar para tomar el sol, el sitio para comer, etc.; son ariscos y se ayudan unas a otras en tareas de vigilancia, ya que en la naturaleza tienen varios enemigos como los felinos, serpientes y aves de rapiña, además de otras, como los zanates que se alimenta de crías; en nuestro país su mayor enemigo es el ser humano. Cuando están en cautiverio, también son víctimas de aves de presa, zanates y animales domésticos como perros y gatos que destruyen sus nidos o los atacan.



Fotografías 75 y 76. Iguana iguana (izq) y Ctenosaura pectinata (der).

Una especie en peligro de extinción. Desde hace años, las iguanas y garrobos han sido cazados sistemáticamente lo que ha obligado a las autoridades a declarar a la especie en peligro de extinción; ello se debe a la destrucción de su hábitat natural, producto del avance de la frontera agrícola, de la deforestación y destrucción de los bosques, tanto en el pacífico como en la región central y atlántica, incluyendo manglares, zonas selváticas y zonas secas, aunado a que son perseguidas selectivamente como especies valiosas desde el punto de vista utilitario, ya sea como alimento (carne y huevos), medicina tradicional y para su venta local. Por si fuera poco, la temporada de captura de la codiciada especie coincide con el pico de reproducción, ya que se aparean en los meses de noviembre hasta enero y las hembras ponen sus huevos desde febrero hasta abril, época en que tanto la carne como los huevos tienen una gran demanda como comida típica en el período de Cuaresma y la llamada Semana Santa. Esto ha traído como consecuencia que las especies distribuidas en el territorio nacional hayan disminuido drásticamente su población, debido a la captura excesiva y a la modificación y/o destrucción de su hábitat natural, limitando grandemente su capacidad de reproducción; de allí es que surge la idea de realizar esto último en zocriaderos.

La crianza en cautiverio o zocriaderos, una oportunidad de ocupación en las zonas secas. Conociendo que las iguanas eran una especie en peligro de extinción, los primeros zocriaderos tenían como meta la conservación de la especie; más tarde estos objetivos se ampliaron tratando de ligar la conservación de las iguanas, la protección de los bosques y colaborar en el suministro de proteínas a las poblaciones involucradas, así como paliar la pobreza, todo en una sola actividad. Actualmente existen en Nicaragua muchos zocriaderos, algunos especializados en la reproducción de iguanas, sobre todo verdes, para su comercialización en el exterior como mascotas (aunque este rubro ha decaído en los últimos años); existe también un buen número de ellos manejados por cooperativas campesinas con fines y objetivos diferentes, tales como la liberación de los juveniles para repoblación y evitar la extinción de la especie, para aprovechamiento de su carne la que es una buena fuente de proteína y para fines agro-turísticos, negocio este último aun incipiente; algunas ONGs y universidades han apoyado estos criaderos en cautiverio. Su ubicación se da sobre todo en las zonas secas de la región del Pacífico: Santa Rosa del Peñón, donde las condiciones climáticas y sequías prolongadas no permiten el desarrollo de cultivos y existe una alta tasa de desempleo; en San Lorenzo, en Boaco, en el límite de la zona seca de este departamento; en

Santa Teresa, en la zona seca de Carazo; en Volcán Cosigüina, en Chinandega; en las cercanías del Parque Nacional Volcán Masaya; en la zona seca de Jinotega, la más pobre del municipio (Valle El Cacao y Santa Bárbara) y en otros sitios más. Varias universidades también poseen zocriaderos y algunas proporcionan asistencia técnica a cooperativas campesinas. Lo anterior indica que existe toda una experiencia en la crianza y explotación de la iguana, sea verde o negra en nuestro país y si se inicia un programa similar en otro sitio, hay donde proveerse de pies de cría y donde tomar las buenas experiencias.

Para iniciar una explotación familiar bastan uno o dos machos y unas diez hembras, mientras que para una explotación comercial la unidad económica puede emprenderse con 100 hembras y 10 machos, los que requieren instalaciones mínimas (ver fotografías 77 y 78); dan muy poco trabajo, ya que las tareas se limitan a la provisión de alimentos y agua, que se realiza mientras los animales duermen, antes de las 8 de la mañana. No obstante es necesario adquirir ciertos conocimientos y prácticas de manejo que permitan desarrollar la actividad con éxito. En los últimos años ha aumentado el interés por parte de los campesinos, en conocer y capacitarse en el manejo de las iguana al conocer de su potencial comercial y como fuente de alimentos; esto hace necesario que si se presentan esos casos en algunas de las zonas secas donde aún no existen zocriaderos, priorizar la generación de foros o talleres de capacitación y actualización técnica en el manejo de este tipo de reptiles.



Fotografías 77 y 78. Zocriadero rústico (izq) y jaula para el mismo fin (der).

La iguana como alimento y fuente de proteína. Históricamente las iguanas han constituido una fuente de alimento para los habitantes del trópico americano por miles de años, los Mayas las consideraban como un alimento muy saludable y en nuestro país, hay toda una tradición culinaria alrededor de la carne de iguanas y garrobos. Uno de los platos típicos con esta carne como ingrediente principal es el famoso “pinol de iguana” que incorpora, además de la carne, los huevos de las hembras grávidas; está también la “sustancia” o “consomé” de garrobo, al que popularmente se le atribuyen propiedades afrodisíacas, aunque también es recomendado para mujeres lactantes y niños desnutridos y la deliciosa “iguana asada”, muy demandada en el campo. Parece ser que la demanda de esta carne como fuente de proteína, tiene una base creíble, tal como se muestra en el Cuadro 31, donde se comparan dos tipos de carnes que son consumidas y muy gustadas en las áreas rurales como son la gallina y la iguana (llamada también “gallina de palo”). Se observa el alto valor proteínico de esta última, así como su bajo contenido en grasa y carbohidratos, confirniéndole propiedades ideales para considerarla una carne “sana”; también destaca su contenido en hierro, fósforo y vitaminas. Esto indica que la tradición popular tiene algo de razón.

Cuadro 31. Composición química de carne cruda de gallina y carne cruda de iguana (por 100 gr de porción comestible)

Compuesto	Carne cruda de gallina doméstica	Carne cruda de iguana o garrobo
Agua (%)	62.95	72.90
Energía (Kcal)	243	112
Proteína (%)	14.72	24.40
Grasa total (%)	19.98	0.90
Carbohidratos (%)	0.0	0.0
Fibra dietética total (%)	0.0	-
Cenizas (%)	1.15	1.80
Calcio (mg)	187	25
Fósforo (mg)	132	252
Hierro (mg)	1.22	3.40
Tiamina (mg)	0.10	0.05
Riboflavina (mg)	0.14	0.24
Niacina (mg)	5.25	8.20
Vitamina C (mg)	2.0	-

Fuente: INCAP (18) y elaboración propia.

Otros productos derivados de la crianza de iguanas. Las iguanas provenientes de un criadero se pueden aprovechar en diferentes formas:

- Aprovechamiento de la carne para mejorar la dieta familiar.
- Para la reproducción y luego comercialización de mascotas en el exterior (Estados Unidos y Europa principalmente).
- Para repoblación en zonas protegidas.
- Para venta a zoológicos y herpetarios.
- Para la comercialización de su carne y huevos en los mercados locales donde tiene una buena demanda, sobre todo en la época de Cuaresma y Semana Santa.
- Una vez sacrificadas, el cuero se usa en marroquinería (bolsos, monederos, cinturones, etc.); la grasa se utiliza en cosmetología y en medicina.

Alimentación de la iguana. Las iguanas son reptiles diurnos y estrictamente herbívoros; en estado salvaje se alimentan de hojas, flores, frutas y brotes, pudiendo llegar a ingerir pequeños insectos cuando escasea la vegetación. En cautiverio estos animales comen de lo que se les da: hojas superficiales de los repollos, frutas diferentes como bananos, naranjas, melones y otras; hortalizas como chayotes, zanahorias pepinos, etc. También ingieren hierbas, hojas de leguminosas y plantas como hibiscus (flor de avispa). En los criaderos diferencian la alimentación de acuerdo a la edad de las iguanas, les proporcionan los alimentos rayados o finamente picados y los rocían con concentrados para pollos para suministrarles proteínas, vitaminas y minerales. A veces comen carnes que les suministran lo que parece gustarles, pero no es conveniente para su aparato digestivo eminentemente herbívoro.

La crianza de iguanas en cautiverio puede ayudar a suplir la deficiencia proteínica de los habitantes de las zonas secas, mejorar el ingreso familiar con la venta de estos reptiles en los mercados locales o a zocriaderos más grandes; pueden ser también un atractivo turístico en ciertas comunidades, lo que significa ingresos extras. Como se observa, puede contribuir a la formación de una pequeña microempresa a nivel familiar.

22

Apicultura en las zonas secas

Fue hasta en los siglos XV-XVI, con la aparición del azúcar proveniente de la caña, que la miel de abejas tuvo un contrincante de peso como material endulzante. La miel de abejas fue durante milenios el producto por excelencia para endulzar, teniendo la ventaja de que se utilizaba además en medicina y cosmetología. En el mundo antiguo, los griegos y romanos tenían a la miel como una sustancia noble y de gran valía. En el Nuevo Mundo, la historia de la apicultura maya es sumamente interesante. Los mayas cortaban los troncos que contenían panales, los transportaban al alero de su vivienda y los cuidaban hasta el momento de la cosecha; hacían uso de abejas sin aguijón, entre ellas la llamada “melipona”. La miel era un ingrediente indispensable en la preparación del “balché”, bebida que incluía además de la miel, corteza del baché (*Lonchocarpus longistylis*) y agua, utilizada en sus festividades religiosas.

Apicultura y sostenibilidad. Esta actividad de la Agricultura se puede desarrollar muy bien en las zonas secas y áridas, donde los intentos de establecer cultivos han fracasado, ya que, además de arbustos endémicos que florecen, la apicultura depende en gran parte de los árboles productores de néctar y las raíces de estos árboles son capaces de alcanzar el nivel freático muy por debajo de la superficie, superando las deficiencia hídricas. Esto convierte a la apicultura en una actividad que puede desarrollarse en áreas marginales, algo importante para las poblaciones que desean crear nuevos medios de vida para superar las limitantes que encuentran en determinados hábitats, como las zonas secas. Una ventaja de esta actividad es que es perfectamente

compatible con otras actividades rurales y se complementa perfectamente con la agricultura.

Apicultura y medio ambiente. Las abejas ayudan a conservar los ecosistemas en que intervienen, ya que son los principales polinizadores tanto de plantas silvestres como cultivadas (son las plantas angiospermas o plantas con flores). De esta manera mejoran la calidad y cantidad de los productos agrícolas. Existen dos conceptos relacionados con las abejas y su medio ambiente que deben ser comprendidos: la afluencia del néctar y la afluencia de la miel. El primero, la afluencia del néctar, depende de los siguientes factores: el tipo de suelo y las condiciones climáticas, ya que el tipo de suelo, en conjunto con el clima, determinará la composición de la flora de un determinado sitio. Los factores climáticos son: precipitación, temperatura y horas de sol. La afluencia de néctar depende exclusivamente de las plantas y se refiere a la cantidad y calidad (cantidad de azúcares disueltas) del néctar secretado por la planta. La cantidad de néctar secretado varía de una especie de planta a otra, incluso entre plantas de una misma especie; unas segregan muy poco y otras lo hacen en mayores cantidades. Igual ocurre con la calidad del néctar, el cual se mide por la cantidad de azúcares solubles que contiene, lo que también varía de una especie de planta a otra. La precipitación tiene que ver con cantidad y calidad del néctar: a más lluvia, más néctar, pero con menor contenido de azúcares; se deduce por lo tanto que en las zonas secas habrá poco néctar, pero será alto en su contenido de azúcares.

Para la mayoría de especies de plantas, las condiciones para la afluencia óptima de néctar son: lluvia adecuada antes de florecer y condiciones secas y asoleadas durante el periodo de floración. La ocurrencia y cantidad relativa de periodos secos y soleados varía de año en año, por eso la afluencia de néctar puede ser muy variable.

La afluencia de la miel es una función de la relación de la abeja con las plantas. Es el uso de la afluencia del néctar por la colonia de abejas y la buena afluencia de miel depende del adecuado manejo de la colonia. Se necesitan colonias fuertes en el periodo de máxima floración para producir la óptima afluencia de miel y para producir una buena afluencia de miel las abejas recolectores necesitan condiciones atmosféricas favorables para volar durante el periodo de buena afluencia de néctar.

Algunas plantas propias de las zonas secas con propiedades melíferas son: el marango (*Moringa oleífera*), el tigiüilote (*Cordia dentata*), la acacia amarilla (*Senna siamea*), el acetuno (*Simarouba glauca*), la caña fístola (*Cassia fístola*), el eucalipto (*Eucalipto camaldulensis*). Además, existen muchos arbustos que también ejercen atracción de las abejas a través de sus flores.

Propiedades y usos de la miel. Tiene un gran poder endulzante, dos veces superior al del azúcar de caña, pero la importancia de este alimento recae en que es un energético por excelencia debido a su contenido en azúcares simples, los que son rápidamente asimilados por el organismo; contiene además minerales como calcio, importante en el mantenimiento óseo, hierro, magnesio, fósforo, potasio, sodio y zinc, así como vitaminas (B, C, D tiamina, niacina, riboflavina). Tiene muchos usos medicinales ya que posee propiedades antibióticas, antisépticas y cicatrizantes, facilita las funciones digestivas y respiratorias y posee un efecto sedante. En su composición química se encuentran, además de agua, aminoácidos esenciales, ácidos orgánicos, sales minerales y oligoelementos; su mayor componente son los azúcares naturales entre los que destacan la glucosa, dextrina, sacarosa y fructosa. De la colmena no se obtiene solo miel, sino otros productos como la cera, propóleo, polen y jalea real, todos de amplio uso cotidiano e industrial.

La apicultura familiar en las zonas secas. En Nicaragua, el sector apícola está conformado por micro, pequeños y medianos productores, quienes en su mayoría desarrollan la apicultura como una actividad secundaria, aparte de otras actividades como agricultura, ganadería, etc. Cuando la apicultura se orienta al autoconsumo y solo unos pocos excedentes para su comercialización, este tipo de apicultor posee una reducida cantidad de colmenas, de una a diez, haciendo un trabajo semi-tecnificado, encajando en la categoría de micro-apicultor, que se caracteriza por poseer muy pocos materiales y equipos, la extracción de miel la realiza manualmente, no hace trashumancia, ya que no cuentan ni con transporte ni con medios para realizar esta práctica que es una estrategia clave para el aumento de la producción, no tiene trajes de protección ni extractores y la comercialización la realiza dentro de la comunidad o en el municipio, sin marca ni etiqueta y el producto, la miel, lo envasa de manera artesanal. No obstante, provee a la familia de un alimento energético de calidad, que además les suple de otros nutrientes, como minerales y vitaminas. Este productor de la zona seca, realiza la cosecha en los meses de noviembre y diciembre, que es la llamada “producción campanita”. Una de las zonas con mayor producción de miel a nivel nacional, es la zona seca de El Sauce, en León.



Fotografías 79 y 80. Colmenas (izq) y obtención de “miel de jicote” (der).

La apicultura brinda la oportunidad de una diversificación de las actividades agropecuarias en las zonas secas, así como oportunidades de mejorar el nivel de vida de sus habitantes: mejorar la dieta familiar, los ingresos con la venta de miel y sus subproductos; con asesoría e inyección de capital la familia puede conformar una microempresa productora y comercializadora de miel de abeja.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Alfaro, N. y W. Martinez. 2008. Uso potencial de la moringa (*Moringa oleífera*) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. FONACIT-INCAP. 28 p.
- 2- Ayerza, R. y W. Coates. 1996. Nuevos cultivos industriales: proyecto regional del N-O de Argentina. www.hort.purdue.edu/newcrop.
- 3- Barbeau, G. 1990. Frutas Tropicales de Nicaragua. Dirección General de Técnicas Agropecuarias (MIDINRA). 397 p.
- 4- Bendaña, G. G. 2004. Energía para un Desarrollo Rural Sostenible. 211 p.
- 5- Bendaña, G.G. 2002. Problemas Ecológicos Globales: ¿El principio del fin de la especie humana? 176 p.
- 6- Cajina, C. M. 2006. Alternativas de captación de agua para uso humano y productivo en la subcuenca del río Aguascalientes, Nicaragua. CATIE, Costa Rica.
- 7- Comisión Nacional de Microcuencas, Guatemala. 2009. Guía para la elaboración de planes de manejo de microcuencas.
- 8- Cuerpo de Ingenieros del Comando Sur de los Estados Unidos de América. 2002. Evaluación de Recursos de Agua para Nicaragua.
- 9- El Portal del Amaranto. Internet: www.ez.no/home.
- 10- Guevara, R. 2011. Octavo informe de Seguimiento. Acción Contra el Hambre, Nicaragua.
- 11- Gutiérrez M. E. y T. Espinoza. 2010. Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático. Notas Técnicas del BID N° IDB-TN-144. 81 p.
- 12- Instituto Interamericano de Cooperación a la Agricultura (IICA). 2011. Nicaragua. Catálogo de frijoles rojo seda de Las Segovias. Caracterización molecular y morfo-agronómica. 108 p.

- 13- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER). Dirección General de Meteorología. Fenómenos meteorológicos: La sequía.
- 14- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Variedad mejorada de frijol rojo resistente a la sequía: INTA SSAN Sequía.
- 15- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2007. El Morralito del INTA. Cultivo del Maíz. 8 p.
- 16- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2004. Análisis de la pobreza y la seguridad alimentaria nutricional en Nicaragua.
- 17- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2005. Crianza de ovinos y caprinos. Barquisimeto, Venezuela. 310 p.
- 18- Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), OPS. 2007. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. 128 p.
- 19- Jochims, K. El árbol de jícara y su múltiple aprovechamiento. Ideas Nicaragua. Innovación para el desarrollo y la cooperación sur-sur. 6 p.
- 20- Marín, C. E. 1997. Nicaragua: potencialidades y limitaciones de sus territorios. MAG. 170 p.
- 21- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica. 2009. Estudio de Viabilidad técnica y económica para el desarrollo de opciones de cosecha de lluvia y manejo adecuado en sistemas de riego en la producción agropecuaria. 39 p.
- 22- Mendoza, F., M. Chévez y B. Gonzáles. Sensibilidad de las Zonas de Vida de Holdridge en función del Cambio Climático. Revista Forestal Centroamericana. P. 17-22.
- 23- Meyer, D. E. Manual de cultivo de tilapia con insumos de bajo costo. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 97 p.
- 24- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales/PNUD. Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía; 46 p.

- 25- Monjil, M. J. Conservación de suelos y restauración de la vegetación mediante técnicas tradicionales de recolección de aguas. Comunicación Técnica, Universidad Católica de Ávila. 13 p.
- 26- Organización Panamericana de la Salud. 2001. Guía de diseño para captación del agua de lluvia. 18 p.
- 27- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2002. Agua y cultivos. Roma, Italia.
- 28- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2003. Manual básico de Agro-Acuicultura integrada. 159 p.
- 29- Otero, R. El cultivo del henequén (*Agave fourcroydes*) como planta textil y su aprovechamiento integral. 46 p.
- 30- Palmetti, N. 2011. Alimentos Saludables. 7ª Edición. 132 p.
- 31- Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC). Guía Técnica N° 532 "Manejo y aprovechamiento de agua con fines agropecuarios". 107 p.
- 32- Programa Colaborativo de Fito mejoramiento Participativo en Mesoamérica. 2007. IV Encuentro Mesoamericano de Agricultores, Memoria. 5-8 de agosto de 2007. Somoto, Madriz, Nicaragua. 53 p.
- 33- Ríos, J. B. y V. Quintana. 2004. Universidad Nacional Agrícola de Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. Manejo general del cultivo del nopal. 81 p.
- 34- Secretaría de Agricultura y Ganadería, Honduras. 2005. Manejo de Suelos y Agua: tecnologías y metodologías validadas para mejorar la seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras. 105 p.
- 35- Silvac, Manuel. 2002. Capital Hídrico y Usos del Agua en Nicaragua.
- 36- Toval, N., R. Rueda. 2009. Malezas comunes de León, Nicaragua. 128 p.

- 37- Trouche G., Hocde H., et al. 2006. Dinámicas campesinas y fitomejoramiento participativo en el caso de los sorgos blancos en la región norte de Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana* 17 (3) 407-425.
- 38- Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG). 2011. Programa de campesino a campesino. Rescate y manejo de las semillas criollas y acriolladas, un aporte a la Soberanía Alimentaria Nacional y al manejo de la biodiversidad local. 30 p.

ANEXO 1

Construcción de una micro-presa con geo-membrana en una zona semiárida en Ecuador, donde cae cerca de 1 metro de agua de lluvia por año en tres o cuatro eventos fuertes, seguido por largas épocas de sequía. (hecha por Myriam Paredes y Stephen Sherwood, 2005)



Fotos 1 y 2: excavación con retro excavadora (10 horas) y 15 días (45 días hombre) de trabajo a mano. Foto 3: Complicaciones: una piedra en la excavación



Foto 5. Instalación de la geo-membrana impermeable. Fotos 6 y 7: se instalan canales de drenaje en el borde y en el fondo.



Foto 7: geo membrana y canal de drenaje instalados. Foto 8. Muro a la entrada del tanque. Foto 9: pared de 2 compuertas a entrada del cañón

El ingeniero Agrónomo Guillermo Bendaña García, ha puesto en nuestras manos su última cosecha bibliográfica intitulada AGUA, AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN LAS ZONAS SECAS DE NICARAGUA. Esta obra, aborda en veintidós capítulos el conocimiento y el reconocimiento de prácticas ancestrales olvidadas u omitidas. Hablar de cambio climático y variación climática adquiere relevancia, novedad, esperanza, más cuando se hace un amplio recorrido por las zonas secas de la geografía nicaragüense con ojos nicaragüenses. Mérito que sólo lo da la constancia, la persistencia y la pasión con que el ingeniero Bendaña aborda y abarca las zonas secas, en el contexto agronómico, agroambiental, físico-químico, hidrográfico y de seguridad alimentaria y nutricional.

Coordinación Regional
Proyecto Corredor Seco Centroamericano
ACF y FAO



Organización de las
Naciones Unidas para la
Alimentación y la Agricultura

