

Doornloze Cactus Opuntia ficus-indica 23-07-2015

Auteur en Copyright: Heko W. Köster hekow.koster@gmail.com

In opdracht van: POP Bonaire Projectleider J.J. van Almenkerk
almenkerk@gmail.com

USB Stick: E:/BonaireRapportage/ CactusEindTekst
DalmsUSB/LitOnderzoekCactusBomenStruiken/ Cactus/CactusEindTekst
Samenvatting
Acknowledgements Dank en erkenning (zie Rwanda)

Titel: Introductie en teelt op Bonaire van doornloze cactus voor geiten

INHOUD

Inleiding

Botanische beschrijving

Klimaat en bodem eisen

Voederwaarde en voeropname

Doornloze cactus als watervoorziening

Smakelijkheid (palatabiliteit)

Toxiciteit en verterings risico's

Plagen, vraat en ziekten

Onkruid gevoeligheid en bestrijding

Cultivars, typen

Selectie van cultivars voor Bonaire

Vermenigvuldiging, plantmateriaal, plant methoden

Aanplant

Productie, oogst, begrazing

Voederproductie voor geiten

Verkrijging van plantmateriaal

Conclusie

Introductie en teelt op Bonaire van doornloze cactus voor geiten

Inleiding

Cactussen zijn inheems in de Amerika's (Centraal, Noord en Zuid). Indianen gebruikten deze of onderdelen ervan reeds enige millennia voor Christus als voedsel en voer. Voor dat laatste waren dat vooral de doornloze typen van *Opuntia ficus-indica*. Veevoer variëteiten hiervan werden bestudeerd rond de jaren 1900 door Griffiths en Burbank in Noord Amerika, de plant werd verder verbreid en gebruikt in Texas. Sindsdien zijn veel variëteiten na introductie wereldwijd geplant, en zijn deze op zo'n 900.000 ha een belangrijke bron van veevoer, zowel voor begrazing als na oogsten en voederen ervan. Ook enkele andere doornloze *Opuntia* soorten worden geteeld voor veevoer, o.a. *Opuntia robusta* en *Opuntia cochinilifera*, deze zijn beter bestand tegen lage temperaturen. In de onderstaande tekst wordt alleen *Opuntia ficus-indica* beschouwd.

De cactus wordt behalve voor veevoer op talloze andere manieren gebruikt, o.a. voor: erosie bescherming; bodem-verbetering; tuin of park; consumptie door de mens van de vrucht en van de jonge segmenten; extractie van medicinale stoffen. Teelt voor de vruchten heeft inmiddels wereldwijd een grote commerciële vlucht genomen.

De doornloze cactus wordt internationaal aangeduid met o.a. devolgende namen: spineless cactus; prickly pear (de veevoer varianten hiervan zijn geheel of vrijwel zondere doornen); opuntia; tuna; nopal (Mexico), palma (Brazilië). In de volgende tekst over de doornloze cactus voor veevoer, wordt deze aangegeven met de afkorting DC. Het is niet bekend of DC's nu of ooit van nature aanwezig zijn geweest in Bonaire, zeer waarschijnlijk nooit. DC's zijn tot op heden nooit geïntroduceerd op Bonaire.

Botanische beschrijving

Het bovengrondse deel van de DC lijkt een koppeling van groene stevige bladachtige structuren, in feite de stam-segmenten en de segmenten van de zijscheuten/zijtakken. Deze segmenten hebben de botanische benaming "cladodes" of cladoden. Internationaal onder andere aangeduid als "pad", of segment. Op de jonge segmenten zijn oorspronkelijk premature bladbeginselen aanwezig die na enige tijd afvallen. Op deze plekken blijven op de segmenten kleine rudimentaire slapende (bladoksel)knoppen achter. De botanische naam hiervan is areool, deze bestaan uit meristematisch groeiweefsel. Bij de areool kan zich een kleine cluster ontwikkelen van korte (<0,5 cm) fijne borstelige haren of stekeltjes, "clochids". In oudere planten kunnen de onderste stam-segmenten verhouten en krijgen dan een bruine kleur. De planten kunnen 1,5 – 2,5 m hoog worden en bij uitzondering 5 m hoog. De cladodes zijn ellipsvormig, en groeien uit tot 30-60 cm lang, 30-40 cm breed, en 2-3 cm dik. Zij bevatten een netwerk van (transport)vaten, dit draagt bij aan de stevigheid van de planten. De opperhuid ervan is zeer dik, wasachtig en zon weerkaatsend, en zo verdamping verminderend. Ook waterafstotend zodat regendruppels niet op het blad blijven, en pleksgewijze verbranding bij zonneschijn niet optreedt.

De cladodes hebben: een droge stof gewicht 40-160 gram; bevatten veel water (ca. 90%); zijn bedekt met een waslaag; en hebben een dikke opperhuid, waarin de huidmondjes diep weggezonden zijn. De huidmondjes zijn open gedurende de nacht en nemen dan CO₂ op voor de fotosynthese overdag, waarbij dan de huidmondjes gesloten zijn om de verdamping van water (vochtverlies, transpiratie) te verminderen. Dit afwijkende fenomeen is een onderdeel van de zogenaamde CAM-fotosynthese.

Uit de areolen van losse segmenten kunnen zich wortels en nieuwe planten ontwikkelen (zie paragraaf “Vermenigvuldiging, plantmateriaal en plant methoden”).

De DC's vormen zeer stevige verticale hoofdwortels, welke de plant verankeren, en een fijn horizontaal wortelstelsel. Verschillende fijne horizontale worteltjes ontwikkelen zich snel en sterven geleidelijk af, terwijl nieuwe zich weer ontwikkelen. Deze wortels van één jaar oude planten zijn tot 1,5 m lang, de helft van deze wortels bevindt zich in de bovenste 5 cm van de grond. Na afsterven verhogen zij het organische stof gehalte in het bovenste deel van de grond.

Op de bovenrand van de segmenten kunnen uit areolen bloemen ontspruiten, 7-10 cm lang, waaruit zich een bes-vrucht kan ontwikkelen 10-15 cm lang en 4-5 cm diameter. In het vruchtvlees, vruchtmoes, daarvan zitten zaden van 4 cm (zie paragraaf “Vermenigvuldiging en plantmateriaal”). De bloemknoppen ontwikkelen zich in de regel nadat segmenten ouder dan 6 maanden zijn.

Klimaat en bodem eisen

De doornloze cactus, *O. Ficus-indica*, komt voor tussen 34° NB en 34° ZB in semiaride klimaten, en in andere droge gebieden die vorstvrij zijn door zee-invoed (bijv. Sardinië en de kust van Californië). Het potentiële verspreidingsgebied is ruwweg: 0-2600 m boven zeeniveau, gemiddelde jaar temperatuur 18-26 °C, en een gemiddelde jaarlijkse neerslag van 150-600 mm

Het wortelstelsel van DC is zeer gevoelig voor zuurstof gebrek en DC kan perioden met wateroverlast niet overleven. DC is dus niet geschikt voor zware klei en/of regelmatig waterverzadigde gronden. DC gedijt het best op vrij zandige diepe gronden.

DC is stevig verankerd met zijn wortelstelsel en kan zware wind doorstaan

DC is gevoelig of niet geschikt voor zoute gronden. Een natrium gehalte van 150 ppm Na in droge grond leidt tot een groeivermindering van 50%. De planten zijn gevoelig voor te zilte zeewind.

DC kan zowel op gronden met een lage als met een hoge pH groeien.

DC stelt geen hoge eisen aan de bodemvruchtbaarheid. Wel kan stikstof bemesting tot productieverhoging leiden, dit kan soms ook door fosfor of kalium bemesting.

Uitgaande van het bovenstaand en Bijlage 1 “Klimaat en bodem van Bonaire” zijn de fysieke groeiomstandigheden van Bonaire geschikt voor de DC's, het merendeel van de bodems daar is vrij van water stagnatie, alhoewel niet optimaal zandig voor DC.

Voederwaarde en voederopname

De groene segmenten van DC bevatten bij oogsten ca. 90 % (88-93%) water. Zij hebben een goede verteerbaarheid en energie gehalte, in de regel een zeer laag ruweiwit gehalte, en normale tot vrij lage gehalten aan mineralen.

De gehalten in de droge stof van DC zijn in de orde van:

TDN	65-70 % (Total digestible nutrients, TDN zie Bijlage 2)
Ruw eiwit	2-5 %
Calcium	1.1-4,9 %
Phosphorus	0.2-0,8 %
Sodium	0.1 %

Het voor veevoeding kritiek lage ruweiwit gehalte van de segmenten kan door stikstof bemesting, bij voorkeur met stikstofrijke stalmest, verhoogd worden van bijv. 3,5-4,5% naar 8-10%. Met het ouder worden van de segmenten daalt het ruw eiwit gehalte, bijvoorbeeld over een periode van 5 jaar van 5% naar 3% ruweiwit.

De glochid stekeltjes hebben geen invloed op de voer-opname van de segmenten door vee.

Het hoge water gehalte van de verse segmenten kan veroorzaken dat de droge stof opname van bijvoorbeeld schapen te laag is. Door de segmenten te hakselen en vocht te laten verliezen kan dit voorkomen worden. Een ideale maat van het voer is dan blokjes van 3 cm of stroken van 2-3 cm breed.

Doornloze cactus als watervoorziening

Het jaarrond zeer hoge watergehalte, ca. 90%, van DC in semiaride klimaten is uniek. Schapen die over een periode van 500 dagen met cactus gevoerd werden stopten met drinken van aangeboden water. Er kan dus geheel voorzien worden in de waterbehoefte van vee indien in voldoende hoeveelheden verse DC segmenten gevoerd worden. Watervoorziening is dan, zelfs in droge perioden, niet noodzakelijk. Bij melkvee is dit met wisselend succes uitgetest. In de waterbehoefte van geiten wordt al voorzien met (ruw)voer dat 70-80% water bevat.

Smakelijkheid (palatabiliteit)

De smakelijkheid van de segmenten is voor de opname door dieren (rundvee, schapen, geiten, varkens, konijnen, etc.) geen probleem. De segmenten blijven het gehele jaar groen en sappig met ca. 90% water.

Toxiciteit en of verterings risico's

Het hoge water gehalte van verse segmenten kan een probleem zijn. De aanleiding hiervan is een laxatief effect, met als gevolg een te snelle passage van het voer voor een goede vertering. Bij schapen kan het leiden tot diarree. Enkele Argentijnse boeren vermelden abortussen bij zeugen gevoerd met *Opuntia*.

Plagen, vraat en ziekten

Cactussen hebben natuurlijke vijanden. De twee meest gevreesde zijn de larven van de mot *Dactolopius opuntiae* ("prickly pear cochineal insect") en de made van *Metmasius opuntiae* ("prickly pear weevil"). Beide zijn in enige landen ingezet voor de biologische controle ter bestrijding van invasies met ongewenste cactussoorten. Zij kunnen ook aanzienlijke schade in DC aanplanten veroorzaken, en dienen daar direct bestreden te worden.

Vraat van cactus stekken en planten is een probleem in streken met een redelijke wildstand (herten, konijnen, en andere herbivoren, vogels). Bescherming van de aanplant met een stevige en fijnmazige afrastering is dan veelal noodzakelijk. Zeker ook in Bonaire om vraat door leguanen/iguanas te voorkomen.

In natte perioden kan bacterie rot van plantdelen of stekken optreden, en vraat door slakken kan een probleem zijn.

Onkruid gevoeligheid en bestrijding

Onderdrukking van onkruidgroei is cruciaal om geplante DC stekken tot ontwikkeling te laten komen. De groei hiervan is in de eerste 2 jaar zeer traag en het risico van overwoekering door onkruid is hoog. Het is niet te voorkomen dat bij mechanische onkruidbestrijding of wieden met handgereedschap een deel van het oppervlakkige cactuswortelstelsel beschadigd wordt. In dit opzicht heeft chemische bestrijding een groot voordeel. Met uitzondering van picloram zijn cactussen vrijwel resistent tegen alle herbiciden inclusief hexazinone, bromacil, diuron, etc. Één jaar oude cladoden met een dikke opperhuid ondervinden geen schade van bespuiting met glyfosaat.

Cultivars, typen

Sinds 1900 worden natuurlijke ecotypen van doornloze cactus verzameld en getest, op zoek naar de beste landbouwkundige eigenschappen (productievermogen, voederwaarde – energie, ruweiwit, mineralen -, vorst-resistentie, ziekteresistentie, etc.). Daarnaast worden nieuwe typen verkregen door middel van onderlinge kruising. Zo zijn in de loop der jaren waarschijnlijk enige honderden doornloze typen *Opuntia ficus-indica* ontdekt en verzameld of ontwikkeld in instituten in Zuid Afrika, Texas, Brazilië, Mexico, en andere landen. Na selectie hebben de beste hiervan een cultivar-naam gekregen, en zijn aangeplant op landbouwbedrijven. In veel landen zijn er voor de verschillende omstandigheden in dat land verschillende goede *Opuntia ficus-indica* cultivars. Hoeveel cultivars er wereldwijd zijn is mogelijk nog nooit geïnventariseerd, waarschijnlijk zijn het er circa honderd.

De bestaande cultivars verschillen allen in specifieke eigenschappen, zoals klimaat aanpassing, voedingswaarde vooral het ruw eiwit gehalte, productiviteit, enz.

Selectie van cultivars voor Bonaire

Bij introductie van DC in nieuwe streken of landen worden verschillende cultivars getest en vergeleken. De resultaten hiervan worden gepubliceerd in wetenschappelijke publicaties. Mondiaal gezien verstrekken deze publicaties alleen regionale of nationale informatie. Een alles dekkend overzicht van de beste cultivars voor specifieke omstandigheden bestaat niet (naar mijn weten). Echter hebben DC onderzoekers door onderlinge contacten en eigen ervaring wel een mening hierover, de zogenaamde “expert judgement”. Hiervan zal dus gebruik gemaakt moeten worden om volgens hen de voor Bonaire meest belovende DC cultivars te kiezen voor veldonderzoek in Bonaire. Hieruit kunnen na minimaal 2 of 3 jaar de beste cultivars gekozen worden voor grootschalige vermeerdering en aanplant.

Vermenigvuldiging, plantmateriaal, plant methoden

DC kan vermenigvuldigd worden uit zaad, echter de ontwikkeling hiervan is zeer traag en de planten kunnen andere eigenschappen hebben dan de moederplant. Deze methode wordt alleen gebruikt bij veredeling van DC door middel van kruisbestuiving.

De onrijpe vrucht kan als plantmateriaal gebruikt worden.

Algemeen worden de segmenten als plantmateriaal voor vermeerdering gebruikt, deze dienen minstens 1 jaar oud te zijn. Één enkel segment is voldoende. En zelfs is het mogelijk kleine gedeelten van een segment apart te gebruiken voor vermeerdering. Indien aan weerszijden van dit deel minimaal 2 tot 3 areoles aanwezig zijn. Echter hoe kleiner de stek hoe langer het zal duren voordat nieuwe segmenten volledig tot ontwikkeling zijn gekomen.

Voor het maken van goed plantmateriaal is één enkel segment is, zoals gezegd, voldoende. Voor een wat snellere en betere ontwikkeling worden “stekken” bestaande uit 2 of meer segmenten gesneden van de moederplant. Het onderste segment hiervan dient 1 of meerdere jaren oud te zijn. Na snijden dient 1 à 2 weken met planten gewacht te worden, waarin callus op de snijwond(en) gevormd wordt. Daarna zijn de stekken niet of minder onderhevig aan bacteriële inrotting resulterend in afsterving. Sterke uitdroging van de stek moet voorkomen worden. Indien segment-stekken op een schaduwrijke plaats opgeslagen worden kan de “kiemkracht” ervan goed blijven. Ze blijven levensvatbaar tot een vochtverlies van ca. 60%. Inrotten van de stekken kan verder verminderd of voorkomen worden met een bestrijdingsmiddel, hiervoor kan bijvoorbeeld “bordeauxse pap” kopersulfaat gebruikt worden.

Bij het planten dient de onderste cladode voor 75% in de grond gebracht. Nadat het segment in contact met de grond komt ontwikkelen zich de eerste nog kleine wortels. Hierbij is het water aanwezig in het geplante segment in eerste instantie voldoende, bodemvocht is niet direct noodzakelijk. De overlevingskans en groeisnelheid kunnen verbeterd worden door handmatig rond de geplante stek een aarden walletje te maken waarin regenwater zich kan verzamelen (“micro-watercatchment”).

Irrigatie kan rot en afsterven veroorzaken, en mag pas met mate toegepast worden nadat de stek zijn eerste wortels gevormd heeft .

In het gunstigste geval ontwikkelen zich na 1 jaar maximaal vier nieuwe nog kleine segmenten op enkele geplante stekken. En in de eerste 2 jaar na aanplant kunnen in de regel nog geen segmenten geoogst worden, behalve dan van segmenten die zeer dicht bij elkaar groeien en elkaar overlappen. Begrazing in de beginjaren is uitgesloten.

Aanplant

Plantdichtheden boven de 10.000 planten per ha hebben wat betreft de productie geen extra voordelen. Wel blijven bij hogere plantdichtheden de planten langer “jong” en zonder bloei. De segmenten blijven dan wat sappiger en (nog) beter verteerbaar. Daarentegen is er geen overlapping van de wortelstelsels van planten bij een lagere plantdichtheid, en gaan de verticale wortels daarvan ook dieper.

De keuze voor een bepaald beplantingspatroon zal afhankelijk zijn van het systeem van onkruid bestrijding en het begrazing- of oogststelsel.

In vele omstandigheden is bescherming van de stekken, en later van de planten, tegen vraat noodzakelijk. Zeker indien er veldjes aangeplant worden niet in nabijheid van velden met DC planten, waarover een deel van de vraat zich kan verspreiden.

De aanplant van DC kent verschillende bottle necks, waaronder:

- verkrijgbaarheid en transport van vegetatief plantmateriaal, de segmenten.

Dit is zeker in Bonaire een zeer moeilijk punt, DC's zijn tot op heden nooit geïntroduceerd op Bonaire. Plant materiaal kan hier alleen per boot of vliegtuig aangevoerd worden. (In feite dient

allereerst getest te worden welke DC cultivars de beste zijn voor Bonaire, zie paragraaf “Cultivars, typen”.)

- ev. fyto-sanitaire zorg bij introductie van vegetatief materiaal kan complex zijn.
- vegetatief plantmateriaal, zoals de segmenten, is volumineus, zwaar en vrij kwetsbaar.
- het planten van vegetatief materiaal is arbeidsintensief en vereist deskundige toewijding.
- startgroei van de stekken zeer traag.
- i.v.m. het bovenstaande is gedurende 2 jaar na aanplant intensief wieden noodzakelijk (ev. is een tussen gewas mogelijk).

Samenvattend, zelfs in gebieden waar DC aanwezig is als plantmateriaal is de aanplant van DC in de regel een kostbare enige jaren eisende investering. Dit kosten aspect geldt in nog sterkere mate voor Bonaire waar geen plantmateriaal aanwezig is.

Productie, oogst, begrazing

Onder semiaride omstandigheden zonder irrigatie gaat de ontwikkeling van de geplante segmenten uiterst traag. In het eerste jaar is enige groei vaak nauwelijks waarneembaar. In een studie hiervan werd gevonden dat in het merendeel van de geplante stekken na 4 maanden het gewicht was afgenomen, en geconcludeerd werd dat de vorming van wortels en jonge segmenten vrijwel geheel voortkwam uit de reserve voedingsstoffen van de oorspronkelijke stek. Vaak is er in het 2^e jaar ook nog nauwelijks sprake van nieuwe productie. Deze neemt na overleving van de stek geleidelijk aan toe in de 3-6 jaar na planten, voordat een maximum groei/productie op gang komt in het 7^e jaar en doorzet.

Eenmaal volwassen, ofwel goed ontwikkelde, cactussen komen tot relatief hoge productie in semiaride gebieden. Hierbij valt te denken aan een jaarproductie van 8-20 ton droge stof per hectare. Dit door hun zeer efficiënt gebruik van het weinige beschikbare water. DC's kunnen met hun speciale zeer oppervlakkige wortelstelsel water opnemen van de minieme en schaarse regenbuitjes, waar dit onmogelijk is voor andere gewassen. En zij beperken daarbij ook nog hun verdamping o.a. door de structuur van de plant en de CAM fotosynthese. Natuurlijk blijft de jaarproductie toch gebonden aan de hoeveelheid neerslag of beschikbaar water.

Oogst of begrazing van DC's kan doorgaan tot op het niveau van één (nieuw)segment boven de moederstek. Her- of doorgroei zal sneller zijn indien op zijn minst per plant ook nog een “tak” met 2 nieuwe segmenten overblijft. Voor begrazing kan de cactus aanplant het beste verdeeld worden in kleine percelen. Om deze iedere 3 tot 5 jaar apart gedurende een korte periode te begrazen, zodat grote schade aan de aanplant en voeder verliezen kunnen worden voorkomen.

Verkrijging van plantmateriaal voor introductie en veldtesten

Zoals hierboven vermeld in paragraaf “Selectie van cultivars voor Bonaire” zullen de meest belovende cultivars met behulp van “expert judgement” gekozen dienen te worden. Voor advisering en voor plantmateriaal kan men zich wenden tot landbouwkundige organisaties en instituten:

- FAO-ICARDA Cactusnet
- USDA
- vele andere.

Plantmateriaal kan ook verkregen worden bij specialistische commerciële bedrijven. Zoals bijvoorbeeld tuinplantencentra in de USA:

- www.CactusStore.com

richarde4@gmail.com
 Phoenix Desert Nursery
 3525 E. Southern Ave.
 Phoenix, AZ 85040 USA
 Office phone 602-305-9275
 The CactusStore
 - www.WufStuff.com
 Gems, minerals & cactus – Outpost Anguila

Zie voor verdere informatie de Bijlage “Nieuwe introducties; advisering en verkrijging van plantmateriaal”.

Voederproductie voor geiten

De productie van doornloze cactus wordt geschat op 8-20 ton droge stof/ha/jaar, met een voederwaarde van 65-70% TDN en 2-5% r.e. Het ruw eiwit gehalte is lager dan 5,6-6,0% r.e., dat vereist is voor groei/gewichtstoename van een geit van 10 of 20 kg (zie Bijlage “De voederbehoefte van een Bonaire-geit”). Met stikstof bemesting kan cactus voer verkregen worden met 8-10% r.e. Bij de volgende berekening wordt uit gegaan van cactus voer met 6% r.e.

Van 1 ha cactus kan jaarlijks 5-14 ton TDN geproduceerd worden.

De voederbehoefte van een Bonaire-geit is gesteld op 0,14 ton TDN/geit/jaar (zie Bijlage “De voederbehoefte van een Bonaire-geit”).

M.a.w. de jaarlijkse cactus productie van 1 ha is voldoende voor 36-100 Bonaire-geiten/ha/jaar

Conclusie

Klimaat en bodem van Bonaire zijn geschikt om doornloze cactus te telen, en de segmenten ervan als veevoer te gebruiken. Voor introductie dienen met expert judgement de potentieel meest belovende cactus cultivars gekozen te worden. Om deze in 2-3 jaar durende veldstudies te beoordelen en te besluiten, welke cultivars te vermeerderen voor aanplant op commerciële geiten-bedrijven. De aanplant levert pas na 3-4 jaar een dan nog lage productie van segmenten. Deze neemt geleidelijk toe totdat in het 5^e tot 7^e jaar het maximum bereikt wordt, waarna de aanplant nog zeker 40 jaar op dat niveau kan blijven produceren. De productie zal dan 8-20 ton droge stof per hectare per jaar zijn, goed verteerbaar energierijk voer (TDN 65-70%) met een laag ruw eiwit gehalte (2-5%), dat verhoogd kan worden met stikstofbemesting. De segmenten zijn het gehele jaar door zeer waterrijk (88-93% water) en dekken de waterbehoefte van geiten ruimschoots. De segmenten kunnen na oogst gevoerd, of kunnen begraaft worden. In beide gevallen kan dit om de 2-3 jaar. Kortdurende intensieve begrazing voorkomt schade aan de planten, dit kan met rotatie-begrazing van een in vakken verdeelde aanplant. Een bottle neck is de verkrijging en vermeerdering van het niet op Bonaire aanwezige vegetatieve plantmateriaal. Het zal enige jaren vergen voordat, na de introductie van de doornloze cactus, de eerste hectaren hiermee succesvol aangeplant kunnen worden. De jaarlijkse cactus productie van 1 ha is voldoende voor 36-100 Bonaire-geiten/ha/jaar, waarbij uitgegaan wordt van enige stikstof bemesting om het r.e.% van de cactus voldoende te verhogen. De teelt van cactus voor veevoer kan gelijktijdig gecombineerd worden met de oogst van vruchten, en/of van jonge segmenten, ervan voor menselijke consumptie.

Literatuur

Anonymous. 1976. It's easy to propagate opuntia, and start your own patch of prickly pear cactus. Mother Earth News. September/October 1976.

Campos F.A.P., et al. (eds). 2009. Cactus Forage and Semi-Arid Sustainability. p.327-331. In: Proc. VIth Int. Congress. Cactus and Cochineal. Acta Hort. 811, ISHS 2009

De Kock. G.C. n.d. (<2015). Drought resistant fodder shrub crops in South Africa. Grootfontein College of Agriculture, Middleburg, Cape Province 5900, South Africa.

Dubeux Jr J.C.B., Dos Santos M.V.F., De Mello A.C.L., Vieirara da Cunha M., Ferreira M.de. A., Dos Santos D.C., Lira M. de A., Silva M. da.C. n.d. Forage potential of cacti on dry lands. In: ISHS Acta Horticulturae. VIII International Cogress on Cactus Pear and Cochineal.

Felker P. n.d. (>2000). Utilization of Opuntia for forage in the United Sates of America. Pp. 7. FAO Corporate Document Repository. In Dalms PC search Opuntia (een webpage). Makkelijk hier wat gegevens uit te halen. Universidad Nacional de Santiago del Estero Argentina. Zie ook websites Felker Prosopis and Cactus

Felker P., Paterson A., Jenderek M.M. 2006. Forage Potential of Opuntia Clones Maintained by the USDA, National Plant Germplasm System (NPGS) Collection. Crop Science 46: 2161-2168

Garcia de Cortázar V. and Nobel S. 1992. Biomass and Fruit Production for the Prickly Pear Cactus, *Opuntia ficus-indica*. Journal American Society Horticultural Science. 117(4):558-562.

Inglese P., Liguori, G., Nefzaoui, A. (eds). 2015. Proceedings of the VIIIth International Congress on cactus pear and cochineal. Palermo 2013. Acta horticulturae ; no. 1067. pp. 427. ISHS. Leuven. Belgium.

Le Houérou H.N. 1978. The role of browse in the management of natural grazing lands. In: [Proceedings of The world Forest Congress, Jakarta, Indonesia 16–28 Oct. 1978.](#)

Meghwal P.R., Patel A.K., Patadir M, Roy M.M. n.d.(<2012). Introduction, utilization, and future potential of cactus pear in Indian arid zone. Centrasl Arid Zone Research Institute Jodhpur (Rajasthan) India.

Mondragón-Jacobo C. and Pérez-González S (eds). 2001. Cactus (*Opuntia* spp.) as forage. pp. 153. FAO. Plant Production and Protection. Paper 169. FAO. Rome. Italy. (In Dalms PC Adobe pdf file: [OpuntiaForageFAO2001.pdf](#))

Orwa C., Mutua A., Kindt R. , Jamnadass R., Anthony S.. 2009 Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0
(<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedbs/treedatabases.asp>
http://www.worldagroforestry.org/treedb/AFTPDFS/Opuntia_ficus-indica.PDF)

Patidar, M., Patel, A.K., Misra, A.K., Sirohi, A.S., Kumawat, R.N., Meghwal, P.R. and Roy, M.M. 2014. Improving Livelihood of Farmers through Livestock Interventions in Nagaur District of Rajasthan. pp. 56. Central Arid Zone Research Institute. Jodhpur. India.

Roy M.M., Kumar S., Meghwal P.R., Kumar A. 2015. Prospects of cactus introduction for improving livelihood in low rainfall regions of India. In: Inglese P., Liguori, G., Nefzaoui, A. (eds). 2015. Proceedings of the VIIIth International Congress on cactus pear and cochineal. Palermo 2013. Acta horticulturae ; no. 1067. pp. 427. ISHS. Leuven. Belgium.

www.botanical-online.com/english/prickly_pear.htm#