

O

N

A

R

E

S

T

INSTITUT DE RECHERCHES AGRICOLES ET FORESTIERES



**CULTURE DE L'ARACHIDE
AVEC SOLUTION NUTRITIVE**

FORESTIER J.
ORSTOM

1976

C U L T U R E D E L ' A R A C H I D E
A V E C S O L U T I O N N U T R I T I V E

F O R E S T I E R J .

O R S T O M

M A I 1 9 7 6

CULTURE DE L'ARACHIDE AVEC SOLUTION NUTRITIVE

En expérimentation agronomique, l'emploi de la culture avec solution nutritive permet un contrôle amélioré des conditions d'alimentation de la plante, et une plus grande souplesse d'adaptation avec des possibilités de changement en cours de végétation. Souvent ce mode de culture est employé pour une meilleure compréhension des phénomènes observés au champ ou des besoins de la plante.

Pour l'arachide, ce mode de culture a déjà été utilisé plusieurs fois, notamment pour la détermination des symptômes de carence (GILLIER 1955, MAISTRE 1956), de l'influence des déficiences minérales sur la croissance et la fructification de la plante (BLEDSOE-HARRIS 1950, SLACK-MORRIL 1972), du métabolisme de certains éléments (BRZOWSKA 1969, HANOVER 1969). La mise au point des solutions nutritives adaptées avait précédé (MOORE 1937, BURKHART-COLLINS 1941) ou accompagné ces études (MAISTRE 1956), mais d'autres formules ont été utilisées depuis (REID-YORK 1958, NICHOLAIDES-COX 1970).

Pour tester la méthode d'analyse des sucs d'arachide, l'utilisation des cultures avec solutions nutritives a été envisagée d'où la nécessité de faire un choix parmi les formules préconisées et de déterminer les méthodes d'irrigation en rapport avec les possibilités expérimentales.

Les variations des conditions culturales.

Au fil des années 1970-1975, les conditions extérieures aux expériences ont changé d'où des modifications possibles ou nécessaires dans la conduite de ces dernières. Au départ, toutes les opérations étaient manuelles. Par la suite, la présence de l'électricité permit l'automatisation des opérations. Il s'en suit qu'au début les choix se sont orientés vers la recherche d'une solution nutritive assez concentrée pour limiter le temps d'alimentation. A la fin, des modes de nutrition continue ou à fréquence régulière ont été réalisables.

Les lignées cultivées ont toujours été des lignées érigées hâtives trigraines de type Valencia.

Granulométrie du sable.

Six mélanges ont été constitués avec un sable de rivière riche en quartz pur, tamisé et séparé préalablement en plusieurs fractions.

La croissance est meilleure avec les mélanges 2,3 et 4 pour les cultures à temps d'alimentation restreint. Compte tenu de nos disponibilités en sable, c'est le mélange 4 qui a été retenu pour tous les autres essais. Il est possible qu'avec une nutrition en continu, un mélange plus grossier eût pu convenir.

TABLEAU I. Composition des mélanges granulométrique de sable essayés en expérience.

<u>Mélange_n°</u>	1	2	3	4	5	6
<u>Granulométrie</u>						
0,5 - 1 mm	50	50	50	25	25	
1 - 2 mm	50		25	50	25	50
2 - 3 mm		50	25	25	50	50

Dimension des vases

Les variétés érigées ayant une fructification bien groupée autour de l'axe racinaire, les premiers essais utilisaient des pots constitués par des tubes en plastique de 12 centimètres de diamètre, 40 centimètres de hauteur, collés sur des socles plastiques de 20 x 20 centimètres. Avec une variété trigraine Valencia, le diamètre des pots est insuffisant au moment de la formation des fruits. Il se forme des fruits à l'extérieur du pot, à ras de sa paroi du côté ombragé, avec une graine petite bien formée, à pellicule violacée.

Un second essai a montré qu'un diamètre de 20 centimètres et une hauteur de 25 centimètres permettaient l'obtention de rendement supérieur.

Finalement pour des raisons de coût et de commodité, les derniers essais ont été pratiqués avec des seaux en plastique de cinq ou six litres de capacité, ayant 20 à 22 centimètres d'ouverture et autant de hauteur. On peut leur reprocher une opacité insuffisante des parois. Ils peuvent contenir trois pieds d'arachide jusqu'à maturité.

Mode d'irrigation

Le premier essai dans des pots de 40 centimètres de haut a été fait pour choisir entre la submersion complète du sable quatre heures par jour, ou un remplissage par subirrigation jusqu'à 20 centimètres de la base accompagné d'un arrosage de 250 ml à la partie supérieure, de sorte que les fruits ne soient jamais inondés. En dehors de cette période d'alimentation, le niveau de solution est réglé entre 5 et 15 centimètres de la base selon les besoins journaliers des plantes pour l'évapotranspiration. Avant d'introduire les solutions fraîches, le reliquat du jour précédent est jeté.

Le premier cas donne une végétation plus abondante pouvant souffrir d'un excès de chaleur si le niveau de solution est abaissé trop tôt. Le second cas retarde le démarrage de la végétation mais la plante ne souffre jamais d'un manque d'eau. Cependant à la récolte, il y a beaucoup plus de gousses pourries et de graines germées dans le second cas, dues soit à une maturité hâtée, soit à la variation plus importante des taux d'humidité dans la zone de fructification. C'est donc la submersion complète pendant quatre heures par jour qui a été retenue.

Avec la réduction de hauteur des vases à 20 centimètres, la fourniture en eau pour le reste de la journée a été résolue en faisant communiquer les pots avec un récipient en tôle qui contient un volume d'eau suffisant et correspondant à une hauteur de trois à huit centimètres, et dont le fond était au même niveau que la base des vases de culture.

L'installation de l'électricité a permis d'envisager les modes de nutrition continu ou semi permanent. Pour l'alimentation semi permanente, une pompe péristaltique commandée par un interrupteur horaire faisait un arrosage des vases de végétation 6 fois par jour pendant une demie heure avec des intervalles de une heure en commençant à 8 heures et demie le matin. Pour l'alimentation continue, la solution était projetée continuellement sur la partie supérieure du vase de végétation à l'aide d'un tube capillaire plongeant dans la solution et recevant à sa base un courant d'air fourni par un aérateur d'aquarium.

Cette alimentation continue, de même que l'alimentation semi permanente donne une meilleure production, et les solutions utilisées peuvent être moins concentrées.

Croissance de la plante

Germination

Dans le sable, en place, la germination de l'arachide est effectuée de la façon suivante : submerger pendant 24 heures, puis baisser le niveau de l'eau d'environ un centimètre sous le niveau de la graine pendant 24 heures. Submerger ensuite pendant 4 heures, puis baisser le niveau d'eau à 2 centimètres sous la graine pendant 20 heures. Faire tous les jours la submersion pendant quatre heures, et pendant le reste de la journée, abaisser le niveau de l'eau sous la graine d'un centimètre supplémentaire chaque jour.

La germination se fait en 10 jours pour un semis entre 4 et 6 centimètres de profondeur. Dans ces conditions d'expérience, l'arachide ne fait qu'un hypocotyle court. Pour une profondeur plus grande, la sortie de la plante est retardée et la jeune plante est mal formée.

La solution nutritive diluée au 1/10e n'est apportée qu'après ouverture de la première feuille.

Pour obtenir des plants plus homogènes, et pour plus de facilité d'exécution, la germination est faite hors sol dans le sol ou le sable, et les plants sont transplantés à l'ouverture des cotylédons ou dans les deux jours suivants. La germination a lieu en six à huit jours.

Un essai a également été fait avec de bons résultats en disposant les graines préalablement traitées avec de l'eau oxygénée (TANG VAN HAI et al 1973) sur une couche de polystyrène expansé périodiquement arrosé et flottant sur de l'eau ou sur une solution nutritive diluée continuellement aérée.

Croissance

L'étude de croissance n'a été faite qu'une fois avec l'irrigation par submersion pendant quatre heures par jour. La culture en pots de 12 centimètres de diamètre était faite à l'abri

d'un hangar à toit roulant tôlé. L'ensoleillement de la culture était un peu restreint par suite de l'ouverture tardive le matin et la fermeture hâtive du toit dans l'après midi.

Les prélèvements pour analyse de croissance ont eu lieu aux 36° et 58° jours du cycle. La vitesse de croissance relative de la matière sèche était de 6,6 % ce qui correspondait à un bilan net de la photosynthèse de 143 mg/7 limbe/jour ou 0,53 mg/cm²/jour. Ces valeurs sont inférieures à celles observées dans un champ de bonne fertilité.

La floraison commence au 34^e jour. En dehors du retard au moment de la germination, la plante se développe moins vite qu'au champ. La maturité n'était atteinte qu'à 120 jours au lieu de 90-95 jours au champ.

Au moment de la récolte, pratiquement aucune foliole n'était tombée puisque leur nombre était de 470 pour 118 feuilles formées sur un pied. Les tiges étaient plus fortes qu'au champ : 60 mg de poids sec par centimètre de longueur contre 23.

Dans des expériences plus récentes, avec prégermination dans le sol et culture à l'extérieur pendant le premier semestre de l'année, la récolte peut être faite entre 100 et 105 jours après le semis, le début de la floraison ayant lieu à l'époque normale du cycle.

Fructification

Sur les premiers essais en pot de 12 centimètres de diamètre, il était possible avec la variété trigraine employée d'observer sur des pieds très vigoureux (119 gynophores) la formation de fruits à l'extérieur des pots. Ces fruits donnent des petites graines de 150 mg avec gousse et tégument de la graine violacés.

Pour le cycle de 120 jours, quelques pieds ont été récoltés à 105 jours, mais les gousses ne sont pas pleines : elles pèsent 1134 mg chacune avec des graines de 290 mg seulement, et le rendement au décorticage descend à 64,6 %. Il n'y a que 21 fruits mûrs par pied. Quinze jours plus tard, il y a 40 fruits mûrs par pied, mais les performances individuelles des fruits ne sont guère meilleures : gousses de 1152 mg, graines de 328 mg et rendement au décorticage de 65,9 %. Tout le diamètre des pots est garni de fruits.

Comme pour les cultures au champ bien traitées, au moment de la récolte, l'arachide en culture sur sable conserve la majorité de ses feuilles, et tous les fruits formés n'ont pas atteint la maturité. Cependant avec les variétés hâtives, la récolte des premiers fruits a été faite soigneusement en dégageant le sable sur les premiers centimètres et en coupant les gynophores des fruits mûrs avec un ciseau. Puis le sable est remis au niveau précédent, et la culture est continuée pendant trois semaines supplémentaires. Pour un pot donnant une première récolte de 45 gousses de 2079 mg avec 2,61 graines de 611 mg par gousse, la seconde récolte produit 10 gousses de 1366 mg avec 2,2 graines de 451 mg.

Avec une solution à concentration normale en alimentation continue, le maximum de récolte obtenu dans un seau de six litres a été de 48 gousses pesant 101 grammes après un séchage au soleil de trois semaines. Il est arrivé de récolter plus de 50 gousses par pot mais leur poids individuel moins élevé conduisait à une récolte par pot inférieure à 100 grammes.

Caractères de la récolte.

Lorsque le vase de végétation est alimenté sans qu'il y ait submersion complète de la zone de formation des gousses, c'est à dire soit par arrosage intermittent, soit par un goutte à goutte, soit par subirrigation arrêtée à un niveau assez bas, il existe des différences sensibles dans les caractères de la récolte par rapport au procédé avec submersion complète. Cette dernière donne un plus grand nombre de fruits, pesant individuellement moins et avec des graines plus petites. Il y a moins de fruits germés ou pourris. Le rendement au décortilage est plus faible. (Tableau II).

La récolte sur bonne terre pour un vase de végétation comparable (premier exemple) donne seulement 11,5 gousses mûres pesant chacune 1411 mg avec 2,56 graines de 416 mg, un rendement au décortilage de 75,4 % et une récolte de fruit de 16,2 grammes par pot.

TABLEAU II. Caractères de la récolte selon le type d'alimentation de la culture.

Type d'alimentation	Premier exemple		Second exemple	
	Subirrigation sans submersion	Submersion	Arrosage intermittent	Submersion
Nb fruits mûrs	24	37	19,5	29,1
Nb fruits germés, pourris	6	1		
Nb total fruits	30	38		
Nb graines récoltées	48	86		
Nb graines par fruit	2,0	2,32	2,55	2,08
Poids une graine (mg)	405	328	444	292
Poids un fruit (mg)	1225	1152	1568	864
Rendement décorticage %	67,5	65,9	72,2	70,2
Récolte fruit/pot (g)	29,0	42,6	30,5	25,1

Solution nutritive.

Oligoéléments.

Pour toutes les solutions nutritives employées, la composition en oligoéléments est la suivante en mg/l :

Manganèse	0,49 à 0,55
Bore	0,50 à 0,54
Zinc	0,07 à 0,11
Cuivre	0,064
Molybdène	0,05

Le fer est apporté sous forme de chélate. S'il s'agit du chélate EDDHA, ce dernier est dosé à 20 mg par litre pour une richesse théorique de 6 % en fer. S'il s'agit du chélate DTPA dont la teneur en fer est de 10 % mais qui est moins facilement absorbable par les racines, l'apport est de 50 mg par litre.

Dilution de la solution

Avec le procédé d'alimentation par submersion, ont été comparées la solution de NICHOLAIDES et une dilution à moitié. L'équilibre de la solution en milliéquivalents par litre est :

NO ₃	15	Ca	10
PO ₄ H ₂	1	Mg	4
SO ₄	4	K	6

La solution NP en nutrition continue avait l'équilibre suivant :

NO ₃	15	Ca	10
PO ₄ H ₂	1,5	Mg	4
SO ₄	3,5	K	6

TABLEAU III. Résultats de récolte pour solution entière ou diluée en nutrition par submersion ou en continu.

	: Nutrition en submersion :		: Nutrition en continu :		
	: Nich. normal :	: Nich. 1/2 :	: NP :	: NP/2 :	: NP/4 :
Nb gousses / pot	: 55	: 45	: 21,7	: 26,7	: 17,7
Nb graines/gousse	: 2,63	: 2,59	: 2,51	: 2,52	: 2,40
Poids une graine	: 664	: 606	: 495	: 523	: 403
Poids une gousse	:	:	: 1601	: 1790	: 1347
Poids graines/pot	: 96	: 71	: 26,1	: 34,2	: 19,2
Poids gousse / pot	:	:	: 34,8	: 47,0	: 25,9
Rendement décorticage	:	:	: 75,4	: 73,3	: 71,9

En submersion, à demie concentration, la récolte est diminuée ; alors qu'en nutrition continue la récolte reste satisfaisante. La dilution au quart donne des graines beaucoup plus petites.

L'analyse des sucs a été effectuée dans le cas de l'irrigation par submersion sur l'ensemble des rameaux d'une plante (tableau IV). Alors que les rapports entre éléments dans la solution restent identiques, l'absorption par la plante est modifiée : on remarque principalement le taux élevé de phosphore sous forme minérale, la faiblesse du taux d'azote aminé par rapport à l'azote protéique, l'élévation du soufre sous forme organique.

Durée d'alimentation

Avec une solution nutritive ayant l'équilibre suivant en éléments majeurs (még./litre) :

TABLEAU IV.- Analyse de suc de l'arachide pour une solution à deux concentrations.

	Concentration normale	Concentration au demi
Azote nitrique NO ₃	532	212
Azote ammoniacal NH ₄	27	30
Azote aminé + amidé	277	194
Azote protéique	144	130
Azote soluble total	980	566
Phosphore PO ₄ H ₂	18	42
Phosphore glucidique	25	31
Phosphore protéique	164	118
Phosphore soluble total	207	191
Soufre SO ₄	11	18
Soufre organique	161	262
Soufre soluble total	172	280
Chlore	34	68
Potassium	2880	2520
Calcium	72	80
Magnésium	243	292
Sodium	10	10
Ca précipité alcool	400	480
N min % NST	57,0	42,8
P min % PST	8,7	22,0
S min % SST	6,4	6,4
NST / SST	4,7	3,0
PST / SST	1,2	0,7
K % cation (en m.e.)	73,8	67,7
Mg % "	20,3	25,5
K/Mg (mg)	11,9	8,6
Cap/P protéique	2,4	4,1
N am / Np.	1,9	1,5
P p. % PST	79,2	61,8

TABLEAU V.- Nutrition de l'arachide en fonction de la durée de submersion.

	Durée 4 h.	Durée 2 h.
Azote nitrique NO ₃	524	24
Azote ammoniacal NH ₄	33	38
Azote aminé + amidé	419	170
Azote protéique	158	146
Azote soluble total	1134	378
Phosphore PO ₄ H ₂	7	6
Phosphore glucidique	9	34
Phosphore protéique	120	82
Phosphore soluble total	136	122
Soufre SO ₄	29	51
Soufre organique	205	384
Soufre soluble total	234	435
Chlore	11	57
Potassium	3200	2390
Calcium	32	96
Magnésium	413	360
Sodium	20	113
Ca précipité alcool	570	568
N min % NST	49,1	16,4
P min % PST	5,1	4,9
S min % SST	12,4	11,7
NST / PST	8,3	3,1
PST / SST	0,6	0,3
K % cation (m.c.)	67,6	59,1
Mg "	28,3	28,9
K/Mg (mg)	7,7	6,6
Ca p/ ^P protéique	4,8	6,9
N am / Np	2,7	1,2
P p % PST	88,2	67,2

NO ₃	15	Ca	9
PO ₄ H ₂	0,75	Mg	5
SO ₄	4,25	K	6

une série de pots est alimentée en submersion pendant quatre heures par jour et une autre pendant deux heures seulement. L'analyse du suc des rameaux cotylédonaire a donné les résultats du tableau V. La durée de deux heures est manifestement insuffisante pour assurer une bonne nutrition en azote. Alors que le rapport N/P de la solution est correct pour une durée normale d'alimentation, il apparaît trop faible lorsque l'azote ne peut être absorbé convenablement. Le rapport K/Mg diminue, le soufre s'accumule, le taux d'azote aminé par rapport à l'azote protéique est faible, le taux d'azote minéral % azote soluble total est insuffisant lorsque la durée d'alimentation est insuffisante.

Les effets sur la composition des sucs ont tendance à être les mêmes pour une concentration insuffisante de la solution nutritive ou pour une durée trop courte d'alimentation, sauf en ce qui concerne l'accumulation du phosphore minéral.

Conclusion

Avec un cycle végétatif un peu plus long que dans le sol, la culture sur sable de l'arachide donne de bons résultats, meilleure avec une alimentation continue ou semie permanente que par des submersions prolongées journalières.

L'équilibre des solutions retenues dans le cas de nutrition par submersion journalière unique doit être modifié en fonction de la concentration de la solution et de la durée de submersion pour conserver un même état nutritionnel de la plante.

La nutrition par submersion provoque la formation d'un plus grand nombre de gousses de dimensions plus petites que l'alimentation par arrosage. Ce dernier augmente les risques de pourriture.

BIBLIOGRAPHIE

- BLUESOE.R.W.- HARRIS.H.C. 1950. The influence of mineral deficiency on vegetative growth, flower and fruit production, and mineral composition of the peanut plant. Plant physiology, vol. 25, p 63-77.
- BRZOZOWSKA.J. 1969. Thèse Paris. Etude de la carence en soufre et quelques aspects du métabolisme du soufre chez l'arachide. 185 pages.
- BURKHART.L.- COLLINS.E.R. 1941. Soil Sci. Soc. Am. Proc. vol 6, p. 272-280.
- GELLIER.P. 1955. Etude des symptômes de carence en éléments majeurs sur arachide. Oléag. vol 10, n° 7, p. 479-480.
- HANOWER.P. 1969. Thèse Paris. Répercussion de la déficience en soufre sur certains aspects du métabolisme de l'azote chez l'arachide. 170 pages.
- MALSTRE.J. 1956. Contribution à l'étude de la nutrition minérale de l'arachide (*Arachis hypogea*). La carence borique et ses effets. Agro. Trop. vol II, n° 3, p. 310-360.
- MOORE.R.H. 1937. Nutritional levels in the peanut plant. Bot. Gaz, vol 98 p. 464-490.
- NICHOLAIDES.J.J.- COX.F.R. 1970. Effect of mineral nutrition on chemical composition and early reproductive development of Virginia types peanuts (*Arachis hypogaea*). Agron. J1, vol 62, n° 2, p. 262-264.
- REID.P.H.- YORK.E.T. 1958. Agron.J1, vol 50, n° I, p. 63-67.
- SLACK.T.E.- MORRILL.G. 1972. A comparison of a large-seeded (NC 2) and a small-seeded (Starr) peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivar as affected by levels of calcium added to the fruit zone. Soil Sci. Soc. Am. Proc.vol 36, n° I, p. 87-90.
- TANG VAN HAI - ROLLAND.J.P. 1973. Oleag, vol 28 n° 11 p. 517-520. Cinétique de l'absorption du phosphore et du potassium par les plantes intactes d'arachides en solutions diluées.